Physikalisches Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter

so wohl

nach atomistischer als auch nach dynamischer Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge

in

alphabetischer Ordnung

von

D. Johann Carl Fischer

der Philosophie Prof. zu Jena, der mathematisch - physikalischen Gesellschaft zu Erfurth und der mineralogischen Gesellschaft zu Jena Ehrenmitgliede.

Zweyter Theil.

Von Elektr. bis Hyp.

Mit fünf Kupfertafeln in Quart.

Göttingen

bey Johann Christian Dieterich

1799.

Physikalisches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmsten zur Physik gehörigen Begriffe und Kunstwörter nach alphabetischer Ordnung.

Elektricitätssammler des Cavallo, Collektor der Elektricität (collector electricitatis, collecteur de l'électricité) ist eine von **Cavallo** *) angegebene Vorrichtung, sehr kleine Quantitäten von künstlicher oder natürlicher Elektricität bemerkbar zu machen, und ihre Beschaffenheit, ob sie + E oder — E ist, zu erkennen. **Cavallo** gab zuerst eine Einrichtung an, geringe Mengen von Elektricität zu erforschen, wovon unter dem Artickel **Elektricitätsverdoppler** einige Nachricht ertheilt werden soll; kurz darauf verbesserte er aber diese Einrichtung, und gab ihr den Nahmen **Elektricitätssammler** (collector of electricity).

Es besteht dieser Collektor in einer Zinnplatte (Fig. 1.) abcd, 13 Zoll lang und 8 Zoll breit, an deren beyden kürzern Seiten zwey zinnerne Röhren ad und bc angelöthet und an beyden Enden offen sind. Die untern Oeffnungen dieser beyden Zinnröhren werden auf die obern Enden zweyer auf einem hölzernen Fußgestelle bey e und f vertikal angekitteten und mit Siegellack überzogenen Glasröhren angekittet, so daß die Zinnplatte vertikal auf dem Fußgestelle steht, und völlig isoliret ist. Auf beyden Seiten des hölzernen Fußgestelles ist ein hölzerner Rahmen ghik und nmlt mittelst eines messingenen Charniers so befestiget, daß er in die Höhe geschlagen, und mit der Zinnplatte parallel gestellet, nachmahls aber wieder horizontal niedergeleget werden kann. Ueber die innere Seite dieser beyden Rahmen ist von der Mitte ihrer Höhe an Goldpappier p und q oder noch besser dünner Stanniol ausgespannt. Werden nun die Rahmen vertikal gestellt, so berühren diese die Zinnplatte nicht, sondern stehen etwa $\frac{1}{7}$ Zoll davon ab; auch sind sie etwas schmäler als die Zinnplatte, damit sie die Zinnröhren auf beyden Seiten nicht berühren. In dieser vertikalen Stellung werden die beyden Rahmen mittelst ein Paar an selbigen befe-

*) Philosoph. transact. for the year 1788. Vol. LXXVIII. P. II. p. 255-260. übersetzt in Grens Journal der Physik. B. I. S. 275 f.

stigter Breterchen f und t durch eine messingene Klammer erhalten.

Soll dieses Instrument gebrauchet werden, so stellet man es auf einen Tisch oder an einen andern bequemen Ort, setzt ein Flaschenelektrometer o darneben, welches durch einen metallenen Draht n c mit einer der zinnernen Röhren an der Zinnplatte in Verbindung stehet. Außerdem bringt man auch einen Leiter zwischen der Zinnplatte und demjenigen Körper an, dessen Elektricität in derselben gesammelt werden soll. Wenn man z. B. die Elektricität der Luft oder des Regens sammeln will, so steckt man einen metallenen Draht in die Oeffnung einer zinnernen Röhre, stellt das Instrument nahe an die Fenster, und läßt das andere Ende des Drahtes in die Luft ragen. Will man diejenige Elektricität sammeln, welche bey der Verdampfung erreget wird, so nimmt man einen kleinern zinnernen Löffel, woran ein Draht oder Fuß etwa 6 Zoll lang ist, welcher in die eine zinnerne Röhre so eingesteckt werden kann, daß der Löffel zwey bis drey Zoll über dem Instrumente stehet. In den Löffel wird eine glühende Kohle geleget, und Wasser auf selbige gespritzet, wodurch die erregte Elektricität gesammelt wird.

Cavallo erläutert den Gebrauch und die Wirkung dieses Instrumentes durch folgende Versuche:

Erster Versuch. Man theile der Zinnplatte a b c d so viele Elektricität mit, daß sie ein gewöhnliches Korkkugelelektrometer in Bewegung bringen kann. Wenn nun die Seitenrahmen k g h i und m n l t vertikal und mit der Zinnplatte vollkommen parallel gestellet sind, so zeigt sich in dem Flaschenelektrometer o an den Korkkügelchen keine Elektricität, weil die Elektricität der Zinnplatte durch die genäherten leitenden Goldpappier- und Stanniolflächen in dem Wirkungskreise gebunden wird; werden aber die Rahmen von der Platte entfernet und niedergeleget, so stoßen nun die Kügelchen des Elektrometers einander ab; die Beschaffenheit der Elektricität läßt sich alsdann sehr leicht durch eine geriebene Siegellackstange auf die gewöhnliche Art untersuchen. Wer-

den

den die Rahmen wieder in die Höhe geschlagen, so wird die Elektricität wieder zu verschwinden scheinen, sie zeigt sich aber sogleich wieder, wenn abermahls die Rahmen niedergeleget werden u. s. w. Wenn hingegen die Zinnplatte oder eine zinnerne Röhre mit dem Finger berühret wird, oder auch sonst durch eine leitende Substanz mit der Erde in Verbindung ist, so verschwindet die Elektricität sogleich, die Rahmen mögen in der Höhe stehen, oder niedergeleget seyn.

Zweyter Versuch. Man hänge ein langes Stück Zinnfolie von ungefähr 4 Quadratellen an einem seidenen Faden auf, und elektrisire es so schwach, daß kein Elektrometer dadurch in Bewegung gesetzet wird; hiernächst bringe man es in Berührung mit der Zinnplatte, nachdem die beyden Rahmen vertikal sind aufgerichtet worden. Nach einer kurzen Zeit entferne man die Zinnfolie von der Platte, und lege beyde Rahmen nieder, so wird das Elektrometer einen beträchtlichen Grad von Elektricität anzeigen. Wenn durch dieses Verfahren eine sehr schwache Elektricität nicht bemerkbar gemacht werden sollte, so muß man einen kleinern Elektricitätssammler, dessen Zinnplatte ungefähr 4 Quadratzoll hat, mit der Zinnplatte des größern in Berührung bringen, wobey bloß die beyden Rahmen des größern Collektors niedergeleget seyn müssen. Wird hierauf der kleinere Collektor von dem größern entfernet, und man legt seine beyden Rahmen nieder, so wird ein mit der Zinnplatte dieses kleinern Collektors in Berührung gebrachten Elektrometers einen weit stärkern Grad der Elektricität zeigen, als das Elektrometer des größern Elektricitätsammlers.

Dritter Versuch. Man hänge ein gemeines Korkkugelelektrometer an einen isolirten ersten Leiter von ungefähr 2 bis 3 Fuß Quadratfläche, welchem etwa so viele Elektricität mitgetheilet wird, daß sie die Kugeln des Elektrometers einen Zoll weit von einander halte. Verbindet man sodann in diesem Zustande den ersten Leiter mit der Zinnplatte eines Collektors auf eine kurze Weile, so wird man gewahr werden, daß die beyden Korkkügelchen des Elektrometers am

ersten Leiter sogleich zusammengehen, welches beweiset, daß die Elektricität des ersten Leiters durch die leitende Verbindung in den Collektor übergegangen ist. So bald alsdann die Seitenrahmen des Collektors niedergeleget werden, so wird sich ein beträchtlicher Grad von Elektricität an dem Elektrometer, welcher mit dem Collektor in Verbindung ist, zeigen.

Diese Versuche lehren hinlänglich, daß die Zinnplatte des Collektors eine weit größere Menge Elektricität sammeln und zurückhalten kann, wenn ihr die Goldpapier- oder Stanniolflächen der Seitenrahmen gegen über stehen, in Vergleichung mit derjenigen Menge, welche sie sammeln oder zurückhalten kann, wenn diese leitenden Seitenflächen von ihr entfernet werden.

Die Menge von Elektricität, welche die Zinnplatte des Elektricitätssammlers sammeln kann, hängt vorzüglich von folgenden Umständen ab: 1. von dem Abstande der Zinnplatte von den beyden leitenden Seitenflächen der Rahmen; je kleiner dieser Abstand ist, desto größer ist dieß sammelnde Vermögen; 2. von der Größe des Elektricitätssammlers und 3. von der Menge derjenigen Elektricität, welche in dem Körper enthalten ist, aus welchem sie gesammelt werden soll.

Die Einrichtung dieses Elektricitätssammlers beruht auf eben den Gründen, als die des Elektrophors und des Condensators des Herrn **Volta**. M. s. **Condensator der Elektricität, Elektrophor.**

Durch die genäherte leitende Substanz der Goldpapier- oder Stanniolflächen beyder Rahmen wird die Intensität der der Zinnplatte zugeführten Elektricität geschwächt, folglich die Capacität der Zinnplatte dadurch vermehret, ohne daß ein wirklicher Uebergang der Elektricität aus der Zinnplatte in die leitenden Flächen der beyden Rahmen erfolgen könnte. Werden aber die beyden Rahmen niedergeleget, und auf diese Weise von der Zinnplatte entfernet, so wird nun die in der Zinnplatte vorher unbemerkbar gemachte Elektricität jetzt frey, und wirkt als solche auf das Elektrometer.

Cavallo

Cavallo versichert, daß dieses Instrument von allen den Fehlern frey ist, welche er an dem Condensator des Herrn **Volta** und an dem **Duplikator** des Herrn **Bennet** zu tadeln gefunden habe.

Uebrigens ist dieser Elektricitätssammler von dem lichtenbergischen Condensator mit doppelter Luftschicht gar nicht verschieden.

M. s. Beschreibung eines neuen elektrischen Instrumentes, um eine zerstreuete und wenig verdichtete Elektricität zu sammeln von **Tiber. Cavallo**: aus den Phil. Transact. Vol. LXXVIII. P. II. übersetzt in **Grens** Journal der Physik. B. I. S. 275 f.

Elektricitätsträger, beständiger s. **Elektrophor.**

Elektricitätsverdoppler, Bennets Duplikator der Elektricität (duplicator electricitatis, doubleur de l'électricité) ist eine vom Herrn **Bennet** angegebene elektrische Vorrichtung, die allergeringste und sonst unbemerkbare Quantität der Elektricität so lange zu vervielfältigen, bis sie vollkommen hinreichend ist, ein Elektrometer zu afficiren, Funken zu geben und andere bekannte Erscheinungen einer starken Elektricität hervorzubringen.

Diese Einrichtung bestehet aus drey runden messingenen Platten A, B und C, alle von gleichem Durchmesser, ungefähr von 3 bis 4 Zollen. Die erste Scheibe A ist polirt, und auf der obern Seite ganz dünn mit Firniß überzogen; die zweyte Scheibe B ist ebenfalls polirt, auf beyden Seiten mit Lackfirniß überzogen, und mit einem isolirenden am Rande befestigten Handgriffe versehen; die dritte Scheibe endlich ist auch polirt, auf der untern Seite überfirnißt und besitzet ebenfalls einen isolirenden Handgriff, welcher von dem Mittelpunkte der obern Seite senkrecht in die Höhe stehet.

Dieses Instrument wird auf folgende Art gebrauchet: man legt die Platte A auf ein isolirtes Gestelle horizontal mit der überfirnißten Seite heraufwärts, und die Platte B darauf: die kleine Quantität von Elektricität, welche man nun vervielfachen will, theilt man der untern Seite der Scheibe

A mit, und berührt zugleich die Scheibe B mit dem Finger. Hierauf hebt man die Scheibe B am isolirten Hangriffe in die Höhe, legt die dritte Scheibe C darauf, und berührt in dieser Lage C auf eine kurze Zeit mit dem Finger. Es ist hieraus klar, daß, wenn der Scheibe A ein + E ist mitgetheilet worden, die Scheibe B ein — E erhalten, und die Scheibe C eben so wie A ein + E bekommen haben muß. Jetzt entfernet man die Platten B und C durch die isolirten Handgriffe von einander, legt die Scheibe B auf A, und berühret B mit dem Finger, während man den Rand von C die untere Seite der Scheibe A berühren läßt. Dadurch wird die ursprüngliche Menge von Elektricität ein Mahl verdoppelt. Wird nun das beschriebene Verfahren wiederhohlet, indem man die Scheibe B von A wegnimmt, die dritte Scheibe C darauf leget und C mit dem Finger berühret; hierauf beyde Scheiben wieder von einander entfernet, B abermahls auf A leget, und mit dem Finger berühret, indeß man C mit der untern Seite von A in Berührung bringen läßt u. s. f.

Der Firniß auf den sich berührenden Oberflächen der Scheiben dient zu verhüten, daß sich die polirten Metallflächen selbst nicht unmittelbar berühren, in welchem Falle Mittheilung der Elektricität Statt finden würde, welches hier vermieden werden und die Elektricität bloß durch Vertheilung wirken soll.

Ob man gleich das Einfache und Sinnreiche an diesem Instrumente nicht verkennen kann, so zeigten doch **Cavallo** wenige Versuche bald, daß es keine Zuverlässigkeit gewähre, weil der Gebrauch desselben gemeiniglich, wenn auch nicht immer, zweydeutige Resultate gab. Denn bey einerley Verfahren zeigte es bald verschiedene Elektricitäten, bald wieder einerley Elektricität, da es doch wegen der Verschiedenheit der ursprünglichen Mittheilung verschiedene Elektricitäten hätte andeuten sollen. Seinen noch merklichern Fehler fand **Cavallo** darin, daß es bey oft wiederhohlten Versuchen gemeiniglich eben die Elektricität beständig zeigte, welche er

ihm beym ersten Versuche mitgetheilet hatte. Cavallo konnte keinen andern Grund davon finden, als daß die gefirnißten Flächen vielleicht selbst durch die Berührung elektrisch wurden, und daß sie einen Theil der Elektricität behielten, welche man ihnen beym ersten Versuche mitgetheilet hatte.

Um diesen Fehler zu vermeiden, versuchte Cavallo folgende Verbesserung an diesem Instrumente zu machen: er nahm drey große flache zinnerne aber nicht gefirnißte Platten A, B und C, deren jede in perpendikulärer Lage von einem besondern gläsernen Gestelle getragen wurde. Man konnte sie entweder in jeder beliebigen Entfernung gegen einander über stellen, ohne daß sie sich berührten, oder sie auch sich an den Seiten berühren lassen. Mit diesen Platten konnte nun eben so wie mit dem beschriebenen bennetschen Verdoppler verfahren werden. Es wurden nämlich die beyden Platten A und B einander gegenüber gestellet in einer Entfernung von etwa $\frac{1}{10}$ Zoll, und die ursprünglich erregte Elektricität wurde A mitgetheilet, während man B mit dem Finger berührte; hierauf wurde B von A entfernet, und der Platte C gegenüber gestellet, und C in dieser Lage berühret; nachher wurde die Platte C mit der Rückseite von A in Berührung gebracht, die Platte B der Platte A gegenüber gestellet, und in dieser Lage berühret u. s. f.

Obgleich diese Platten nicht überfirnißt waren, und sich nicht unmittelbar berührten, mithin auch unmöglich Elektricität erreget werden konnte, so zeigte es sich doch, daß dieses Instrument, auch wenn man ihm keine Elektricität mittheilte, nach einigen Verdopplungen merklich elektrisch wurde. Da er dieses Instrument einige Tage nicht gebrauchet hatte, mußte er, wenn er jene gleichsam freywillige Elektricität hervorbringen wollte, das Verdoppeln wenigstens 20 Mahl wiederhohlen. Allein bey allen darauf felgenden Versuchen konnte er einen merklichen Grad von Elektricität hervorbringen, wenn er etwa 12 Mahl verdoppelte, und diese Elektricität blieb immer die nämliche, wie beym ersten Versuche. Cavallo vermuthet, daß die durch dieses Instrument hervorgebrachte

 Elektri-

Elektricität, welche ohne alle Mittheilung entstehe, so wohl von der umliegenden Luft als auch von dem Instrumente selbst herrühre. Denn wenn das Instrument eine lange Zeit ungebraucht gelegen habe, so seyen wohl seine Platten in Ansehung der Elektricität noch in einerley Zustande, daher werde wahrscheinlich die Platte, welche Anfangs der Operation unberührt bleibe, von der umgebenden Luft einige Elektricität erhalten. Wären aber die Platten auf diese Weise ein Mahl elektrisiret worden, so sey es sehr schwer, wo nicht unmöglich, sie der Elektricität zu berauben, welche sie noch nach ein oder zwey Tagen zurück zu behalten scheinen. Er schließt hieraus, daß man beym Gebrauche dieser Platten so wohl, als auch bey der Einrichtung des Herrn **Bennet** nie auf zuverlässige Resultate rechnen könne. Dieß gab dem **Cavallo** Veranlassung, den im vorigen Artickel beschriebenen Collektor und ein anderes bald anzuführendes Instrument zu erfinden.

Nachher hat Herr **Nicholson** *) diesem Verdoppler noch folgende Einrichtung gegeben. Eine 6½ Zoll hohe Glassäule (fig. 2.) trägt zwey isolirt festgemachte Scheiben A und C so gestellt, daß die bewegliche Scheibe B sehr nahe vor ihnen vorbeygehen kann, ohne sie doch zu berühren. Eine jede von diesen Messingscheiben hat 2 Zoll im Durchmesser. D ist eine messingene Kugel, welche auch im Durchmesser 2 Zoll hat, und an das Ende einer Axe befestiget ist, die die Scheibe B mittelst einer am andern Ende angebrachten Kurbel beweget. Diese Kugel ist auf der von B abgekehrten Seite etwas schwerer als auf der andern, um zugleich zum Gleichgewichte für B zu dienen. Die übrigen Theile dieses Instrumentes zeigt fig. 3., deren schattirter Theil Metall, der weiß gebliebene überfirnißtes Glas anzeiget. ON ist eine messingene Axe, welche durch das Stück M gehet. Dieses Stück trägt die festen Scheiben A und C. An dem einen Ende der Achse befindet sich die messingene Kugel D, das andere Ende derselben aber ist durch eine Glasröhre verlängert, welche das besonders isolirte Stück GH trägt. E und F sind zwey

*) Philosoph. transact. 1788. Vol. LXXVIII. P. II.

zwey Stifte, welche aus den festen Scheiben A und C hervorragen. Das Querstück GH und das Stück K stehen in einerley Ebene, und sind an ihren Enden mit kleinen Stückchen von Claviersaiten versehen, welche in gewissen Punkten der Umdrehung die Stifte E und F berühren. An dem Stücke M ist gleichfalls ein Stift J, welcher an einen dünnen von der Scheibe B hervorstehenden Draht anstößt. Es müssen diese Drähte durch Biegen so gestellet werden: wenn die Scheibe B genau der Scheibe A gegenüber stehet, so muß das Querstück GH die beyden festen Scheiben A und C verbinden, und zugleich müssen Draht und Stift bey J eine leitende Verbindung zwischen B und der Kugel machen. Wenn hingegen B auf der andern Seite C genau gegenüber stehet, so muß die Kugel D durch Berührung von K an F mit C in leitende Verbindung gesetzet werden. Die beyden Scheiben A und B aber haben alsdann keine Verbindung mit den andern Theilen des Instrumentes. In einer jeden andern Stellung sind die drey Scheiben und die Kugel in gar keiner leitenden Verbindung unter einander. Durch Hülfe dieses sinnreichen Mechanismus können äußerst schwache Elektricitäten bemerklich gemacht werden, wenn die Kugel mit dem untern Theile der Scheibe A mit dem Deckel des bennetschen Elektrometers in Verbindung gebracht, und letzterem die schwache Elektricität mitgetheilet wird, während das Querstück GH die zwey Stifte der Scheiben A und C berühret. Allein Herr **Nicholson** bemerkt zuletzt, daß auch die Wirkung dieses Instrumentes deßwegen unzuverlässig werde, weil die mitgetheilte Elektricität stark genug seyn müsse, um jede andere, welche etwa die Platten bereits enthalten möchten, zerstreuen und überwältigen zu können. Uebrigens könne dieses Instrument, wenn etwa diese Schwierigkeit in der Folge gehoben werden sollte, als ein Vervielfältiger der Elektricität große Vorzüge haben, weil es mit vieler Leichtigkeit und Geschwindigkeit zu bewegen sey, auch völlig unzweydeutige Resultate gebe.

In den neuern elektrischen Versuchen vom Jahre 1789 gibt Herr **Bennet** eine Methode an, wie man den Verdoppler seiner anhängenden oder ursprünglichen Elektricität berauben könne. Sie besteht darin, daß man, während alle drey Platten durch Drahte mit der Erde in leitender Verbindung sind, den Griff des Instrumentes mehrere Mahl herumdrehet. Allein **Cavallo** versichert, daß er durch diese Methode nie die gewünschte Wirkung habe erhalten können.

Unerachtet dieser Mängel sollen doch mit diesem Instrumente verschiedene wichtige Entdeckungen gemacht worden seyn. Aus mehreren angestellten Versuchen hat man vorzüglich folgenden Satz hergeleitet: Die gemeine atmosphärische Luft zeigt, wenn sie durch Athemhohlen, Fäulniß oder einen andern natürlichen Proceß etwas verdorben ist, einen Mangel an Elektricität, da sie hingegen in ihrem reinern Zustande gemeiniglich positive Elektricität besitzet.

Nachdem Herr **Cavallo** alle diese Unvollkommenheiten auf keine Weise von dem Verdoppler entfernen konnte, so war er darauf bedacht, ein anderes Instrument zu verfertigen, welches mehr Zuverlässigkeit gewähren möchte. Er war endlich nach einigen vergeblichen Versuchen so glücklich, ein solches zu Stande zu bringen, welches keinen zweydeutigen Resultaten unterworfen ist. Es zeigt dieses Instrument eine sehr kleine Menge von Elektricität an dadurch, daß man hinter einander mehrere Portionen von der entgegengesetzten Elektricität einer isolirten Platte so lange mittheilet, bis sie ein Elektrometer afficiret, welches alsdann eine Elektricität anzeigen wird, welche der dem Instrumente ursprünglich mitgetheilten entgegengesetzet ist. Durch dieses Instrument, welches **Cavallo** den **Vervielfältiger der Elektricität** (Multiplier of Electricity) nennt, läßt sich aber die mitgetheilte Elektricität nicht so geschwind vermehren, als durch den Verdoppler. Die Einrichtung dieses Instrumentes ist folgende: (fig. 4.) q r ist ein Bret, auf welchem zwey glatte Messingplatten a und c an zwey Glasstäben h und g befestiget sind. Eine ähnliche Messingplatte ist auch b. Diese

wird

wird von einem Glasstabe getragen, welcher in den hölzernen Hebel k l eingekittet ist. Dieser Hebel drehet sich um eine feste Schraube k, welche in das Bret q ſ r tief eingeschraubet ist. Wird dieser Hebel rückwärts und vorwärts bewegt, so kömmt die Platte b abwechselnd in zwey Lagen, wovon die eine die fig. vorstellet. Ein starker Messingdraht n ist in das Bret q ſ r fest eingesteckt; o m ein gebogener Draht, welcher von der Hülse an der Rückseite der Platte b hervorgehet. Nun ist noch eine den andern dreyen ähnliche vierte Platte d, welche nicht von Glas, sondern einem Drahte getragen wird. Dieser Draht ist in ein langes Stück Messing f p fest eingeschraubet, welches sich in einem in das Bret q ſ r gemachten Einschnitt rück- und vorwärts schieben läßt, so daß man das Stück f p, wenn man den Nagel eines Fingers in die an dem Ende f befindliche Kerbe bringt, entweder ganz oder bis zu einer gewissen Weite herausziehen, folglich die Platte d bis zu einer beliebigen Entfernung an die feststehende Platte c bringen kann. Ueber die Hülsen an den Messingplatten ist weiter nichts zu erinnern, als daß die Hülse an der Platte a bis an den Rand dieser Platte heraufgeht, damit man bey gewissen Gelegenheiten einen Draht, oder etwas dergleichen hinein thun könne. Die einzelnen Theile dieses Instrumentes sind so eingerichtet, daß, wenn sich der Hebel in der Stellung, wie ihn die fig. vorstellet, befindet, d. i. wenn er so weit als möglich nach q zu gedrehet ist, die Platte b mit der Platte a in eine parallele Lage kömmt, und etwa $\frac{1}{20}$ Zoll davon absteht. Hier berühret zugleich das Ende des Drahtes o m gerade den festen Draht n, wodurch die Platte b aufhöret, isoliret zu seyn. So bald man aber den Hebel nach ſ zu drehen anfängt, so wird sogleich die Verbindung der Platte b mit dem Draht n oder mit der Erde aufgehoben, und b bleibt nun isolirt. Hat man alsdann den Hebel so weit als man kann, nach ſ zu gedrehet, so kömmt nun der Draht o m mit der Platte c in Berührung. In diesem Falle sind die beyden Platten b und c mit einander verbunden, da sie sonst isoliret sind. Die vierte Platte d, welche von einem

Drahte

Drahte getragen wird, steht mit der Erde in Verbindung, und wenn das Stück pf ganz hineingeschoben ist, steht sie ebenfalls mit der Platte c parallel, und $\frac{1}{20}$ Zoll von ihr ab.

Wenn nun das Instrument, wie es die fig. anzeiget, gestellet ist, und man berühret die Platte a mit einem elektrisirten Körper, so wird diese Platte vielmehr von der Elektricität aufnehmen, als sie sonst gethan haben würde, weil ihre Capacität durch die Nähe der unisolirten Platte b verstärkt ist. Wenn nun nach der Mittheilung dieser Elektricität die Platte b durch Bewegung des Hebels aus dieser Lage gebracht und mit a ein Elektrometer berühret wird, so wird dieß merklicher elektrisiret werden, als es bey der Berührung des anfänglich elektrisirten Körpers selbst geschehen seyn würde. In so fern wirkt also die Platte a wie ein Condensator oder Collektor der Elektricität.

Wenn die Platte a durch die Berührung irgend eines elektrisirten Körpers eine geringe Menge von Elektricität erhalten, und man diesen Körper wieder entfernet hat, so wird die Platte b, weil sie nicht isoliret ist, und der elektrisirten Platte a gerade entgegengesetzet ist, wie der metallene Teller eines Elektrophors, die entgegengesetzte Elektricität annehmen, weil sie, je nachdem die Platte a elektrisiret war, etwas elektrische Materie entweder dem Erdboden mittheilet, oder von ihm empfängt. Wäre z. B. a positiv elektrisiret worden, so würde b negativ elektrisch werden, und umgekehrt. Dreht man nun den Hebel nach f hin, so wird die Platte b negativ elektrisiret bleiben, weil die Verbindung mit dem Erdboden nunmehr aufgehoben ist; und wenn nun b in die andere Lage kömmt, wo zugleich der Draht on die Platte c berühret, so wird die negative Elektricität von b in c übergehen, weil die Capacität von c, Elektricität anzunehmen, durch die Nähe der unisolirten Platte d beträchtlich vergrößert ist. Wenn man aber nun den Hebel wieder rückwärts drehet, und in seine erste Lage bringt, so wird b, gerade wie zuvor, zum zweyten Mahle negativ elektrisiret werden, und diese zweyte Ladung von negativer Elektricität wird, wenn

man

man den Hebel wieder nach f drehet, von b der Platte c mitgetheilet werden. Auf diese Art läßt sich durch Wiederhohlung dieses Verfahrens, welches bloß darin besteht, daß man den Hebel immer rückwärts und vorwärts beweget, eine beträchtliche Menge Elektricität in c anhäufen.

Wenn man dieses Instrument gebrauchet, so kann man die Elektricität höchstens 30 bis 40 Mahl vermehren. Denn nachher läßt sich die Ladung von c nicht mehr verstärken; dieß findet nämlich alsdann Statt, wenn die Ladung von c so sehr verstärkt ist, daß sie in b eine Portion elektrischer Materie zurückläßt, welche der gleich ist, die b von a empfangen kann. In diesem Falle berühre man auf die oben beschriebene Art mit c ein Elektrometer, und wiederhohle dieß Verfahren, wenn es nicht divergiren will. In diesem Falle schiebt man den Schieber fp wieder hinein, und drehet den Hebel wie zuvor, rückwärts und vorwärts. Hat man dieß einige Mahl gethan, so wird die Platte c eine zweyte fast eben so starke Ladung als die vorige annehmen. Und wenn man nun den Schieber fp wieder herausziehet, und mit c das nämliche Elektrometer berühret, so wird man das Divergiren besser bemerken können. Auf diese Art kann es auch durch eine dritte und vierte Operation verstärket werden. Sollte sich jedoch unerachtet dieser wiederhohlten Operationen noch kein Divergiren des Elektrometers wahrnehmen lassen, so kann man die Elektricität noch auf eine andere Art vermehren. Man theilt nämlich die schwache Elektricität von c der Platte a eines andern ähnlichen Instrumentes mit, und verfähret damit auf die bereits beschriebene Art.

Die Wirkungen dieses Instrumentes sind vorzüglich dieserwegen zuverlässig, weil aller Ueberrest von Elektricität, welcher möglicher Weise in der Platte a zurück bleiben kann, jeder Zeit zu unbeträchtlich ist, als daß er einen übeln Erfolg haben könnte, indem die Elektricität auf dieser Platte nie angehäuft wird, sondern in Ansehung ihrer Menge immer dieselbe bleibt oder eher abnimmt. Dahingegen verstärkt der Verdoppler die Elektricität auf der Platte, welche die ursprüng-

sprüngliche Menge mitgetheilet erhalten hat, bis zu einem außerordentlichen Grade; und weil auch der Ueberrest größer oder geringer seyn muß, je nachdem es die Ladung der Platte ist, wenn auch nicht genau in eben dem Verhältnisse, so folgt nothwendig, daß der auf der empfangenden Platte des Verdopplers zurückgebliebene Ueberrest wirklich größer seyn muß, als die Menge von elektrischer Materie, welche ihr anfänglich mitgetheilet worden war.

Den Gebrauch und die Wirkung dieses Instrumentes erläutert **Cavallo** durch folgende Versuche:

Erster Versuch. Man elektrisire ein Elektrometer, warte alsdann einige Zeit, damit sich diese Elektricität zerstreue, bis die Kügelchen des Elektrometers so eben einander zu berühren scheinen. So bald dieß geschiehet, so berühre man die Platte a mit dem Elektrometer, damit sie die geringe Menge von Elektricität mitgetheilet erhalten möge. Hierauf bewege man den Hebel, so wird ungefähr nach zehn Vermehrungen die Platte c im Stande seyn, ein Elektrometer so stark zu elektrisiren, daß man wahrnehmen kann, die Elektricität sey negativ. Setzt man die Vermehrungen noch zehn Mahl fort, so wird die Divergenz der Kugeln vergrößert, und sie werden endlich gegen die Flasche, in welche das Elektrometer eingeschlossen ist, getrieben, wenn noch andere zehn Vermehrungen erfolgen.

Zweyter Versuch. Man gieße etwa einen Theelöffel voll Wasser auf eine glühende Kohle, und halte gleich darauf eine isolirte zinnerne Platte von 8 Zoll im Durchmesser etwa 5 oder 6 Minuten darüber, um den Dampf aufzufangen und zu verdichten. Mit dieser Platte berühre man alsdann die Platte a des Vervielfältigers, so wird etwa nach vier Vermehrungen das Elektrometer durch die Berührung der Platte c merklich elektrisch. Noch vier Vermehrungen verstärken die Divergenz des Elektrometers mehr, als erforderlich ist, um bemerken zu können, daß seine Elektricität negativ sey.

Dritter Versuch. Man lege eine glühende Kohle auf eben beschriebene Zinnplatte, und lasse nur zwey Tropfen

Wasser

Wasser auf sie fallen, berühre hierauf mit der Zinnplatte die Platte a, so wird nach wenigen Vermehrungen die Platte ein Elektrometer stärker elektrisiren, als es nöthig ist, um zu bemerken, daß seine Elektricität positiv sey.

Vierter Versuch. Man halte jene Zinnplatte an ihrem isolirten Untersatze, und schlage sie drey Mahl mit der flachen Hand, und lasse sie nunmehr die Platte a des Vervielfältigers berühren. Nach etwa dreyßig Vermehrungen erhält das Elektrometer eine hinlängliche Menge positiver Elektricität.

Fünfter Versuch. Um die Elektricität der Atmosphäre mit dem Vervielfältiger zu untersuchen, stecke man anfänglich einen langen Draht in die Hülse der Platte a, und setze ihn der freyen Luft aus; oder noch besser, man halte einen isolirten, etwa 5 Fuß langen und mit Stanniol überzogenen Stock aus dem Fenster, während dessen berühre man auch mit der andern Hand den untern Theil des Stockes etwa 2 bis 3 Sekunden lang. Auf diese Art nimmt der Stock, da er frey von Spitzen ist, eine Elektricität an, welche der ihn umgebenden Luft entgegengesetzet ist. Hierdurch theilt man diese Elektricität der Platte a des Vervielfältigers mit. Will man die Elektricität des Regens, Schnee's, Hagels u. s. f. untersuchen, so muß man den nämlichen Apparat aus dem Fenster halten. In diesem Falle aber darf man den Stock nicht berühren; denn er erlangt hier eben die Electricität, welche der Regen, Schnee u. s. besitzet, nicht die entgegengesetzte, wie wenn man ihn der Luft aussetzt.

M. s. Von den Methoden, die Gegenwart kleiner Quantitäten natürlicher oder künstlicher Elektricität zu entdecken, und ihre Beschaffenheit zu erkennen von **Tiber Cavallo** a. d. Philos. transact. Vol. LXXVIII. P. I. p. 1-21. übers. in **Grens** Journal der Physik. B. I. S. 49. u. f. Beschreibung eines elektrischen Instrumentes, welches — den doppelten Zustand der Elektricität hervorbringt, in einem Schreiben des Herrn **W. Nicholson** an Herrn **Banks**; aus den Phil. transact. Vol. LXXVIII. P. II. p. 403-437.

437. übers. ebendas. B. II. S. 61. u. f. Vollständige Abhandlung der Elektricität von **Tiber. Cavallo** aus dem Engl. Leipzig 1797. B. II. S. 165 u. f.

Electricitätszeiger (index s. gnomon electricitatis). Diesen Nahmen hat man sonst einigen Einrichtungen gegeben, mit welchen die Beobachter das Daseyn der Elektricität bey Gewittern bemerkbar zu machen und die Stärke derselben zu messen suchten. Nachher gebrauchte man zu diesem Zwecke mehr die gewöhnlichen atmosphärischen Elektrometer (m. s. **Luftelektrometer**). Man hat ihnen auch die sehr unschicklichen Nahmen **Blitzmesser**, **Fulgurometer** beygeleget, indem durch sie nicht der Blitz oder elektrische Funke gemessen, sondern nur die Stärke der Elektricität dadurch angezeiget werden soll.

Nachdem **Franklin** durch den Versuch mit dem elektrischen Drachen von der Gleichheit der Blitzmaterie mit der elektrischen Materie überzeuget war, so errichtete er eine isolirte eiserne Stange auf seinem Hause, um die elektrische Materie dadurch herunter zu leiten; zugleich befestigte er an selbige zwey Glöckchen, welche ihm durch ihr Geläute die Gegenwart der Elektricität zu erkennen geben mußten. Am 12. Aprill 1753 zeigete es sich zum ersten Mahle, daß die Elektricität negativ war; nachher aber fand er sie auch oft positiv, und vielmahls bey einem einzigen Gewitter bald positiv bald negativ. Auch sind hierher zu rechnen die Vorrichtungen, durch welche **Dalibard**, **Delor**, **Mazeas**, **Canton** u. a. die Elektricität der Gewitter auf die Erde herabzuleiten suchten, wovon man den Artickel **Blitz** nachsehen kann.

Der Prof. **Richmann** *) brachte eine eigene Vorrichtung an, welcher er den Nahmen index s. gnomon electricitatis gab. Am Dache seines Hauses hatte er einen Ziegel ausgehoben, und auf die nebenliegenden Ziegeln eine gläserne Flasche gesetzet, durch welche eine eiserne Stange ging. Das obere

*) De indice electricitatis in Nov. Comment. Petrop. Tom. IV. ad ann. 1752 et 1753. p. 310. ingl. *Winkler* de avertend. fulminis artificio. Lipf. 1753. 4.

obere Ende derselben ragte 4 bis 5 Fuß über das Dach hervor, und am untern Ende hing eine Kette, welche, ohne leitende Körper zu berühren, in ein Zimmer geführet war, worin sie noch 16 Schritt weit an der Decke bis an ein Fenster fortlief, wo von ihr ein Metalldroht herabhing. An diesem Drahte befand sich eine Metallstange, welche in einem mit Kupferfeile angefüllten Glase auf einem 4 Schuh hohen Schranke aufstand. Vom obern Ende dieser kleinen Metallstange hing ein linnener Faden herab, welcher bey der Gegenwart der Elektricität von der Stange abgestoßen ward. Ein darneben stehender eingetheilter Quadrant gab den Winkel des abgestoßenen Fadens mit der Stange an. Dieser Faden wurde von der Gewitterelektricität nie über 30°, von der künstlichen aber über 55° gehoben. Am 9. Aug. 1752 war die Elektricität so stark, daß der obere Theil der Metallstange freywillig mit Geräusch ausströmte, und die Berührung derselben Hand und Arm erschütterte. Mannigmahl setzte **Richmann** eine isolirte leidner Flasche darneben, deren innere Seite mit dem herabhängenden Drahte verbunden ward, und fand dadurch die Elektricität noch mehr verstärkt. Am 6. August 1753 wurde er durch einen Schlag getödtet. M. s. **Blitz**.

Winkler α) gab eine andere Einrichtung an, um in ähnlichen Fällen keiner solchen Gefahr ausgesetzet zu seyn. Bey dieser konnte man Funken, welche die Gewitterelektricität zwischen zwey Körpern schlägt, in der Ferne beobachten. Nur gibt sie den Funken alsdann erst, wenn die Elektricität stark genug ist, in der Schlagweite, auf welche die Körper gestellt sind, zu wirken; mithin dient sie nicht zu Abmessung stärkerer oder schwächerer Grade.

Priestley β) hat folgende Einrichtung vorgeschlagen: auf dem Gipfel irgend eines Gebäudes errichtet man eine Stange, woran sich oben ein dichtes Stück Glas oder im Ofen gedörrtes Holz einen Fuß lang befindet. Dieses wird

 mit

α) De avert. fulminis artificio.

β) Geschichte der Elektricität a. d. Engl. durch Krünitz. Berlin u. Stralſ. 1772. S. 344.

mit einem zinnernen oder kupfernen Gefäß in Gestalt eines Trichters bedeckt, um den Regen davon abzuhalten. Ueber demselben läßt man eine lange eiserne Ruthe in die Höhe gehen, welche sich in eine Spitze endiget, deren ganze Länge man mit einem dünnen Drahte umwindet, um die Elektricität desto besser nach dem Trichter abzuleiten. Von dem Trichter läßt man einen Draht längs dem Gebäude, ungefähr 1 Fuß davon entfernet, herabgehen, führet denselben durch ein offenes Fenster in ein Zimmer, welches man zur Anstellung der Experimente am bequemsten findet, und verbindet ihn mit einem isolirten Conduktor. An diesem Apparate läßt sich nun die Elektricität durch die gewöhnlichen Erscheinungen wahrnehmen, auch die Stärke und Beschaffenheit der Elektricität durch Elektrometer untersuchen. Außerdem gibt Herr **Priestley** noch den Rath, zur Sicherheit einen gewöhnlichen Blitzableiter neben dem Drahte herabgehen zu lassen.

Le Roy a) gibt folgende Einrichtung unter dem Nahmen eines Fulgurometers an: man soll an einem von Gebäuden, Bäumen u. s. f. weit entfernten Orte eine hohe hölzerne Stange aufrichten, auf selbige eine gläserne Flasche, und auf diese einen blechernen Trichter in Gestalt eines 4 Fuß langen Sprachrohrs kitten, dessen unterer Rand auf allen Seiten einen Fuß weit über die Flasche hinaus gehet. Auf das obere enge Ende des Trichters wird eine 4 bis 5 Fuß lange zugespitzte eiserne Stange angekittet, und von der Spitze dieser Stange ein Draht weit durch die Luft in ein Zimmer geführet, worin die Versuche angestellet werden sollen. Uebrigens muß die Oeffnung, durch welche der Draht ins Zimmer gehet, weit genug, die Fenster aber müssen verschlossen seyn, damit keine Feuchtigkeit ins Zimmer komme. Zur nöthigen Sicherheit wird auch noch von dem Trichter eine besondere Kette bis auf einen Schuh weit von der Erde gerade herunter geführet; unter diese Kette soll auch

a) *Rozier* observat. et mémoires sur la physique. Tom. III. Janv. 1774.

auch noch eine Metallstange tief in die Erde eingelassen werden, welche oben eine leichte blecherne Platte mit einem Charnier besitzet; es soll nämlich bey sehr starker Elektricität dieselbe von der Platte angezogen und dadurch in der Erde zerstreuet werden. Im Zimmer befindet sich ein hölzernes Kästchen, welches zur einen Wand eine Glasscheibe hat, wodurch der Draht geleitet wird. Die Glasscheibe ist inwendig mit Taffet überzogen, damit der innere Raum des Kästchens dunkel bleibe. An einer Seitenwand ist ein Fensterchen angebracht, um hineinsehen zu können. Im Kästchen liegen auf zwey Glasfüßen zwey kleine zugespitzte Metallstangen, mit metallenen Scheiben so, daß sich immer die Spitze der einen Stange gegen die Scheibe der andern kehret. An die eine Stange wird der Draht des Fulgurometers, an die andere aber ein anderer Draht befestiget, welcher in den Fußboden des Zimmers gehet. Ist nun die Elektricität der Atmosphäre positiv, so wird die mit ihr verbundene Spitze gegen die Scheibe, welche in einer Verbindung mit der Erde stehet, einen Feuerbüschel, und die andere einen leuchtenden Punkt zeigen; ist sie aber negativ, so werden diese Erscheinungen gerade verkehrt erfolgen.

Noch eine andere, ebenfalls sehr weitläuftige Einrichtung hat **Donndorf** *) beschrieben: man erbauet ein leichtes Haus von Bretern, durch dessen Dach in der Mitte eine 20 Fuß hohe Stange gehet, welche oben mit Spitzen versehen, und unten mit Pech isoliret ist. Damit aber diese Stange nicht schwanke, wird sie am Dache von vielen nach allen Richtungen gehenden seidenen Schnüren gehalten. Einige Füße über dem Dache ist an ihr eine große kupferne Haube angebracht, welche den Regen auffängt, und durch eine Rinne in ein isolirtes Gefäß bringt. Diese Stange ist in dem Hause mit den innern Seiten einiger leidner Flaschen und mit einer Metallplatte verbunden, welche an seidenen Schnüren aufgezogen und niedergelassen wird. Die äußern

*) Lehre von der Elektricität. Erfurt 1784. 8. B. II. S. 491.

Seiten dieser Flaschen sind mit einem unter der Metallplatte befindlichen Gestelle verbunden. Auf diese Weise werden nun bey Gewittern die Flaschen geladen und hernach entladen, wenn die Metallplatte nahe genug an das Gestelle gebracht wird. Aus der Schlagweite zwischen der Platte und dem Gestelle kann auf die Stärke der Elektricität geschlossen werden.

Der Abt **Hemmer** *) hatte so wohl auf dem churfürstlichen Observationsgebäude in Manheim, als auch über das Observatorium auf dem Peissenberg einen Elektricitätszeiger angelegt, welcher in Rücksicht seiner Wirkung vortrefflich war, und welchem er den Nahmen **Blitzfänger** oder **Wolkenelektricitätsmesser** gab. Die Einrichtung desselben ist folgende: (fig. 5.) a b ist eine eiserne 20 bis 30 Fuß hohe Stange, welche in eine kupferne Spitze b ausläuft, und unten bey a in ihrer größten Dicke auf einem $1\frac{1}{2}$ Fuß langen Glascylinder f ruhet. Dieser Glascylinder ist auf einem drey Fuß hohen Balken A befestiget, und mit einem kupfernen Hut K versehen, um den Regen von der Glassäule abzuhalten. Oberhalb des kupfernen Hutes ist die Stange f g befestiget, welche durchs Dach bis ins Beobachtungszimmer herabgehet, und ist, um die Elektricität zusammen zu halten, allenthalben durch Glassäulen isoliret. Am untern Ende ist sie mit der eisernen Stange m n verbunden, welche an dem einen Ende eine messingene Kugel P von 2 Zollen im Durchmesser, an dem andern aber zwey an Fäden herabhängende Hollundermarkkügelchen U und ein Glockenspiel W besitzet. Eine andere ähnliche Stange r o mit der messingenen Kugel N ist mit der eisernen Stange q p verbunden, besitzet eine Eintheilung von drey französischen Zollen und Linien, um hiernach die Stärke der Elektricität zu messen, und kann vor- und rückwärts geschoben werden, um die beyden Kugeln P und N in jeder beliebigen Entfernung von einander zu stellen. c d und l h sind zwey metallene Drähte, deren Spitzen dazu dienen, die Beschaffenheit der

*) Ephemerides societ. meteor. Palat. T. I. p. 85-87.

der Elektricität zu erforschen. Der metallene Leiter q p selbst ist mit der Erde verbunden.

Bey der Untersuchung der Stärke der Elektricität zieht man die Kugel N so lange zurück, bis sich zwischen beyden Kugeln kein Knistern hören läßt. Rückt man alsdann die beyden metallenen Stifte c d und l h gegen einander, so kann man sehr leicht die Beschaffenheit der Elektricität wahrnehmen.

Die peissenbergischen Beobachtungen haben an diesem Apparate folgende Erscheinungen gegeben:

1. Wenn die Spitze der Stange a b in die elektrische Atmosphäre einer Wetterwolke kömmt, so fahren die Kügelchen U aus einander, und wenn die Elektricität stark ist, so fangen die Glöckchen zu läuten an, die elektrischen Funken zwischen den beyden Kugeln P und N zeigen sich mit einem Knalle, und an einer Spitze der metallenen Stifte c d und l h nimmt man einen Feuerbüschel, und an der andern ein glänzendes Sternchen gewahr.

2. Ist die Gewitterwolke mit Bliz und Donner begleitet, so erfolget bey einem jeden Blitze ein rasches und knisterndes Hervorbrechen des Feuers aus dieser Maschine, obgleich vorher nur eine schwache, oder gar keine Elektricität vorhanden war.

3. Bisweilen, jedoch selten, zieht ein Gewitter, auch mit Bliz und Donner über die Maschine hinweg, ohne daß sie das geringste Zeichen von Elektricität von sich gibt. In diesem Falle muß das Gewitter nothwendig so hoch gehen, daß die Spitze b den Wirkungskreis desselben nicht erreichet.

4. Ein jeder Sprung des Funkens von einer Kugel zur andern ist jederzeit mit einem Knalle verbunden, welcher desto stärker ist, je größer die Entfernung der Kugeln von einander ist. Die größte Schlagweite, welche man bisher beobachtet hat, beträgt 9 Linien und etwas darüber. Aus den Spitzen hingegen strömt das elektrische Feuer mit einem sanften und leisen Gezische.

5. Wenn auf einen starken Bliß und heftigen Donner, wie es oft zu geschehen pflegt, ein sehr starker Regen zu fallen anfängt, so zeiget die Maschine die stärkste Elektricität, auch wenn sie vorher keine hat.

6. Bey ein und dem nämlichen Gewitter, wo die Maschine Elektricität zeigt, bleibt selten der nämliche Zustand der Elektricität, die Art derselben wechselt oft sehr schnell ab, und Herr **Hemmer** fand sie einst in einer Viertel Stunde acht Mahl verändert.

7. Nach einem Bliße, wobey eine starke Entladung der elektrischen Materie erfolget, fallen die Hollunderkügelchen mehrentheils zusammen, und es gewinnt das Ansehen, als ob die Elektricität in dem Augenblicke verschwunden wäre; nach einer sehr kurzen Zeit aber fahren sie wieder aus einander; oft kommen sie nicht ein Mahl bis zur vollkommenen Berührung zusammen.

8. Bey diesem Zusammenfallen der Kügelchen verändert sich meistentheils die Art der Elektricität in eine andere, oft aber auch nicht.

9. Die mehresten Erscheinungen der Elektricität zeigen sich vom Aprill bis zum August, jedoch darf es nicht alle Mahl blißen und donnern; diese Erscheinungen werden auch ohne Bliß und Donner und zwar in einem jeden Monathe beobachtet; besonders ist bey stürmischen Schnee- und Regenwetter die Elektricität oft eben so stark, als bey den stärksten Gewittern im Sommer.

10. Die elektrischen Erscheinungen an der Maschine dauern oft 3 bis 4 Stunden; oft aber auch kaum einige Minuten.

11. Bringt man bey elektrischen Gewittern die beyden Kugeln P und N bis zur gänzlichen Berührung an einander, so ist gar keine Spur von Elektricität an der ganzen Maschine zu finden, so stark auch die Elektricität ist. So bald man sie aber wieder von einander rückt, so sieht man auch den elektrischen Strom wieder, und alle die erzählten elektrischen Erscheinungen erfolgen wie zuvor.

Aus

Aus allen diesen Erscheinungen zieht Herr Hemmer einige Folgen. Er sagt, die Spitze b könne die Elektricität nicht unmittelbar aus den Wolken ziehen, sondern nur aus ihren Wirkungskreisen. Denn sie erreiche die Wolken selbst nicht, welche sehr oft in einer ungemein großen Entfernung über ihr hinziehen. In dem Wirkungskreise einer Wolke aber gebe es immer abwechselnde positive und negative, gleichsam concentrisch die Wolke umgebende Luftschichten, und daher komme es, daß die Maschine positive und negative Elektricität zeige, je nachdem die Spitze b in eine Luftschicht von dieser oder jener Art eingesenkt sey. Es sey also gar nicht nothwendig, negative Wolken anzunehmen, indem sich negative Elektricität an der Maschine hinlänglich aus den negativen Wirkungskreisen erklären lasse. Es sey auch ohne diese abwechselnden Luftschichten der Elektricität ganz unmöglich, von den vielfältigen Abwechselungen der Elektricität in der Maschine einen hinreichenden Grund anzugeben, oder das Zusammenfallen der Kügelchen zu erklären, welches sich zeiget, wenn die Spitze b an die Grenze zwischen zwey Luftkreisen kömmt, wovon die eine positiv die andere negativ ist. Die oft so lange dauernde Elektricität der Maschine komme aus den entfernten Schichten des Wirkungskreises der Wolke; es werde also dadurch den letztern nichts entzogen; der Blitz aber verursache eine Entladung der Wolke selbst, welche auf alle Schichten des Wirkungskreises mithin auch auf die Maschine wirke.

Elektrische Körper, an sich elektrische, idioelektrische Körper, Nichtleiter (corpora electrica, per se electrica, idioelectrica, corps électriques, non-conducteurs) werden diejenigen Körper genannt, in welchen durchs Reiben an anderen ein bemerklicher Grad von Elektricität erreget wird, und welche diese erregte Elektricität nicht von selbst fortführen, oder in ihrer Masse verbreiten, sondern auf ihrer Fläche behalten.

Die Erfahrung lehret, daß es keine vollkommen elektrischen Körper gibt, und daß auch selbst diejenigen, welche

Nichtleiter genannt werden, unter gewissen Umständen auch Leiter werden können. Ueberhaupt ist es nicht leicht, anzugeben, ob Körper in diesen oder jenen Umständen Leiter oder Nichtleiter sind. Uebrigens ist es aber ausgemacht, daß viele Körper die in ihnen erregte Elektricität eine sehr lange Zeit behalten, und nur mit Schwierigkeit durch Mittheilung elektrisiret werden können.

Die vorzüglichsten elektrischen Körper sind folgende:
Glas, und alle Verglasungen, auch die metallischen,
Alle Edelgesteine, worunter die durchsichtigen die besten sind,
Alle Harze und resinöse Mischungen,
Bernstein,
Schwefel,
Im Ofen gedörrtes oder sonst sehr trocknes Holz,
Alle Erdharze,
Wachs
Seide
Baumwolle
Alle trockene Substanzen aus dem Thierreiche, als: Federn, Wolle, Haare u. s.
Pappier,
Weißer Zucker und Candiszucker
Luft, wenn sie nicht feucht ist
Oele,
Metallische und halbmetallische Kalke,
Asche von animalischen und vegetabilischen Substanzen,
Rost der Metalle,
Alle trockene vegetabilische Substanzen,
Alle harte Steine, worunter die härtesten die besten sind,
Hartgefrornes Eis in einer Kälte von 13 Grad unter o nach Fahrenheit, wie Herr Achard [a]) entdecket hat.

Viele von diesen genannten Körpern, und vielleicht alle, mit welchen sich der Versuch anstellen läßt, verlieren erhitzt die Eigenschaft elektrischer Körper, und werden dadurch wirkliche, obgleich nicht gute Leiter. So werden z. B. glü-

hendes

[a]) Mémoires de l'Acad. roy. des scienc. de Berlin 1776.

hendes Glas, geschmolzenes Harz, heiße Luft, sehr erhitztes gedörrtes Holz u. s. w. Leiter der Elektricität. Auch gibt es Körper, welche durchs Reiben merklich elektrisiret werden, und dennoch auch gute Leiter sind, wie z. B. trockene Marmorplatten, trockenes nicht gedörrtes Holz u. d. g. Diese Körper werden **Halbleiter** genannt. Auch hat man bemerkt, daß das Glas, besonders das härteste und am besten verglasete, bisweilen sogar ein völliger Leiter sey.

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. Leipzig 1797. B. I. S. 11. u. f.

Elektrische Materie s. **Elektricität.**

Elektrisirmaschine, elektrische Maschine (machina electrica, machine électrique) ist eine mechanische Vorrichtung, die ursprüngliche Elektricität eines elektrischen Körpers durch Reiben nicht nur zu erregen, sondern auch dieselbe andern Körpern mitzutheilen. Die wesentlichen Theile einer Elektrisirmaschine sind folgende:

1. Ein elektrischer Körper, welcher durch eine bequeme mechanische Einrichtung zu einem schnellen Umlauf gebracht, und durch das Reiben an einem andern Körper stark und anhaltend elektrisiret werden kann.

2. Das Reibzeug, durch welches beym Umlauf des elektrischen Körpers derselbe die Elektricität erhält, und

3. der erste Leiter, oder Hauptleiter, auch bloß der Conduktor der Maschine, welchem die im elektrischen Körper durchs Reiben am Reibzeuge erregte Elektricität mitgetheilet wird; dieserwegen muß er auch von andern Leitern abgesondert, d. i. isoliret seyn. Er berühret zwar nicht unmittelbar den geriebenen elektrischen Körper, sondern steht nur demselben nahe, wird aber doch vermöge der Erfahrung elektrisiret, wenn er nur isoliret ist.

Ungeachtet es viele elektrische Körper gibt, welche durchs Reiben die Elektricität empfangen, und andern Körpern mittheilen, so hat man doch bey den Elektrisirmaschinen das Glas am bequemsten gefunden. Nach den Vorschlägen verschiedener Naturforscher hat es entweder die Gestalt einer

Kugel,

Kugel, oder eines Cylinders, oder einer Scheibe, und daher entstehen die Benennungen **Kugelmaschinen, Cylindermaschinen** und **Scheibenmaschinen.** Alle diese elektrischen Körper müssen alsdann vermittelst einer bequemen mechanischen Vorrichtung in einen schnellen Umlauf gebracht, und an einem Reibzeuge gerieben werden können. Die Glaskugeln oder Glascylinder, welche man zu den Elektrisirmaschinen gebrauchet, werden an beyden Seiten in eine hölzerne oder auch messingene Büchse gekittet. Gewöhnlich bestehet dieser Kitt aus einem Theile Pech, und einem Theile Wachs, und einem halben Theile rothen Ocker. Die metallene Achse, an welcher die Kugeln oder Cylinder in Umlauf gebracht werden, muß nicht durch sie hindurchgehen wegen der zu starken Leitung der Elektricität. Weil aber die in den Kugeln und Cylindern eingeschlossene Luft bey der durchs Reiben verursachten Wärme ausgedehnet, und daher Ursache seyn würde, daß sie zerspringen könnten, so ist es rathsam, in der Büchse ein Loch anzubringen, damit die Luft einen Aus- und Eingang habe. Hierdurch wird aber auch auf der andern Seite Anlaß gegeben, daß durch die Oeffnung Feuchtigkeit eindringe, und sich an der innern Wand der Kugel oder des Cylinders anlege, wodurch die Elektricität ungemein geschwächt würde; aus diesem Grunde überzieht man das Glas inwendig mit einer harzigen Materie.

Bey den Glasmaschinen gebrauchet man zum Reibzeuge lederne Küssen von rothem Carduan, welche mit Haaren ausgestopfet, auch wohl noch mit Goldpapier überzogen sind. Hierbey ist es zugleich vortheilhaft, das Leder an der innern Seite zu vergolden oder mit Stanniol zu überlegen, und die Haare mit Stückchen Knittergold zu untermischen, auch selbst den Rücken des Küssens, wenn er von Holz ist, mit Stanniol zu überlegen. Auf das Leder wird endlich noch das so genannte elektrische Amalgama gebracht. M. s. **Amalgama, elektrisches.**

Der Conduktor oder erste Leiter ist ein blecherner Cylinder, welcher an dem einen Ende mit einem so genannten

Kamme

Kamme oder **Collektor, Zuleiter** versehen ist, welcher mit seinen Spitzen gegen den elektrischen Körper gerichtet ist, um die Elektricität einzusaugen. Der Conduktor muß übrigens aufs genaueste abgerundet seyn, und gar keine scharfen Ecken besitzen, damit keine Elektricität aus selbigen ausströme und verloren gehe. Auch befestiget man wohl an den beyden Enden desselben ein Paar Kugeln, und überziehet alles außer dem Zuleiter mit Siegellack oder sonst mit einem rothen Firniß. Weil dieser erste Leiter dazu dienen soll, die durch Reiben erregte Elektricität aufzunehmen, so muß er nothwendig isoliret seyn. Aus diesem Grunde werden an selbigen ein Paar messingene Büchsen angelöthet, welche auf hinlänglich feste gläserne Füße, welche ebenfalls mit Siegellack oder einem Firniß überzogen und ausgegossen sind, gekittet werden. Es ist auch wohl gewöhnlich, daß dieser erste Conduktor an seidenen Schnüren aufgehängt wird; allein wegen des Hin- und Herschwankens ist es nicht so bequem, als wenn er auf Glasfüßen befestiget ist. Sehr große Leiter werden auch aus Pappe gemacht, welche aber alsdann mit Stanniol überzogen werden müssen.

Kugel- und Cylindermaschinen.

Die Kugel- und Cylindermaschinen sind zur Erregung der Elektricität zuerst gebrauchet worden. So bediente sich schon **Otto von Guerike** [a]) einer Schwefelkugel, welche er vermittelst einer Kurbel auf einem hölzernen Gestelle in Umlauf brachte, und mit der Hand rieb.

Auf eben diese Art verfuhr auch **Hawksbee** [b]) mit einer Glaskugel, gebrauchte aber statt der Kurbel ein Rad, welches durch einen Handgriff und eine Schnur ohne Ende mit der Glaskugel in Umlauf gebracht wurde. Ob es gleich leicht einzusehen war, daß durch eine solche mechanische Anordnung die Erregung der Elektricität durch Reiben weit leich-

a) Experimenta noua de vacuo spatio. Amsterd. 1672. fol. p. 140.
b) Physico-mechanical experiment. Lond. 1707. 4.

leichter und mit nicht so großer Ermüdung, und auch weit vollkommener erhalten werden konnte, als durch Reiben einer Glasröhre, entweder mit der bloßen Hand, oder durch ein in selbige gehaltenes Reibzeug, so bediente man sich doch noch eine geraume Zeit dieser andern Methode.

Hausen [α]) in Leipzig war der erste, welcher bey den elektrischen Versuchen die Elektrisirmaschinen einführte. Es scheint dieser nicht durch das Beyspiel von **Hawksbee**, sondern nach **Gehlers** [β]) Anzeige durch den Gedanken eines seiner Zuhörer, Nahmens **Litzendorf**, auf die Umdrehung der Glaskugel mittelst eines Rades gekommen zu seyn, und dieser Gedanke konnte einem Manne, wie **Hausen** war, gewiß nicht unbenutzt entgehen. Nachdem **Bosens** zu Wittenberg und **Winklers** zu Leipzig merkwürdige Versuche bekannt wurden, so wurden auch die Elektrisirmaschinen allgemein mit Beyfall aufgenommen. **Bose** gebrauchte bey seiner Maschine zuerst einen ersten Leiter, welcher in einer blechernen Röhre bestand, die anfänglich von einem auf einem Pechkuchen stehenden Menschen gehalten, nachher aber auf seidene Schnüren horizontal vor die Glaskugel geleget wurde. Damit diese Röhre der Glaskugel keinen Schaden zufügen möchte, legte er einen Bündel Fäden in das offene Ende der Röhre, welches gegen die Kugel gekehret war. **P. Gordon** zu Erfurth war der erste, welcher sich statt der Kugel eines Glascylinders bediente, welchen er nicht durch Hülfe eines Rades, sondern durch eine Schnur, welche über einen Bogen gespannt war, wie auf kleinen Handdrehbänken, in Bewegung setzte. Nach dieser Methode ließ sich selbst Winkler [γ]) eine Elektrisirmaschine verfertigen, bey welcher der Glascylinder vermittelst einer Schnur an einer Wippe durchs Treten beweget wurde. Jedoch verließ **Winkler** [δ]) diese Einrichtung bald wieder, und beschrieb eine Maschine

α) Noui profectus in historia electricitatis. Lipſ. 1743. 4.
β) Physikalisches Wörterbuch Th. I. S. 783.
γ) Gedanken von den Eigenschaften, Wirkungen und Ursachen der Elektricität. Leipzig 1744. 8. S. 12.
δ) Eigenschaften der elektrischen Materie. Leipz. 1745. 8.

schine, wie er sie zu größern Versuchen gebraucht hat, bey welcher mit einem einzigen Rade vier Kugeln zugleich in Umlauf gebracht und durch das Anhalten der Hände von zwey Personen gerieben wurden. Bey den winklerischen Elektrisirmaschinen ist besonders noch zu bemerken, daß an selbigen zum ersten Mahle ausgestopfte Küssen als Reibzeuge angebracht worden sind. Die Erfindung der Küssen als Reibzeug bey den Elektrisirmaschinen ist eigentlich dem Drechsler **Gießing** in Leipzig zu zuschreiben, welcher nach **Winklers** Versicherung selbiges bey seiner ersten Elektrisirmaschine anbrachte. Es war dieses aber noch sehr unvollkommen. Die Einrichtung des Küssens an dieser Maschine war zwar so, daß es mittelst einer Stellschraube den Glascylinder näher und weiter gebracht werden konnte; allein es gab den Ungleichheiten des Glases in der Rundung nicht genugsam nach, und erwärmte daher das Glas zu sehr. Aus diesem Grunde verwarf selbst **Winkler** anfänglich die Küssen wieder, und gebrauchte lieber die Hände zum Reibzeuge. Nachher aber ließ er die Küssen mit Federn versehen, welche sie gelind an die Glaskugeln andrückten, und den Ungleichheiten derselben genugsam nachgaben.

Der Abt **Nollet** *) gab seinen Maschinen die nämliche Einrichtung, wie die eben angeführten Deutschen; er erklärte sich aber ganz gegen den Gebrauch der Küssen, und gebrauchte stets als Reibzeug eine Hand. Den ersten Leiter hing er an der Decke mit seidenen Schnüren auf, und verband ihn mit der Glaskugel durch eine metallene Kette. Diese Art von Elektrisirmaschinen ist in Frankreich, ohne daß etwas wesentliches wäre daran geändert worden, bis zum Jahre 1770 im Gebrauche gewesen.

Zu der Zeit, da das berühmte Experiment des Herrn **Bose**, welches er die Beatification nannte (m. s. **Beatification**), bekannt wurde, und unter andern sich vorzüglich **Watson** in England mit Nachahmung desselben beschäftigte, so gab dieses dem **Watson** Veranlassung, eine eigene Maschine

*) Essay sur l'électricité des corps. Paris 1746. 8. p. 48 f.

Maschine dazu zu erfinden, um dadurch eine sehr starke Elektricität zuwege zu bringen. Die Einrichtung dieser Maschine ist mit der Erfindung der Deutschen vollkommen ähnlich, nur daß das Rad an seiner Maschine vier über einander gestellte Kugeln zugleich in Umlauf brachte, welche sich an vier Küssen rieben *).

Um eben diese Zeit gab auch **Wilson** eine Elektrisirmaschine an, welche viel bequemer als irgend eine von den vorhergehenden war. An dieser Maschine wird ein Glascylinder durch ein neben bey liegendes Rad in Umlauf gebracht, und das Reibzeug befindet sich unter dem Cylinder. Der erste Leiter liegt auf seidenen Schnüren über dem Cylinder, welche an vier hölzerne Säulen an dem Gestelle der Maschine selbst angeknüpft sind. Auch findet man an dieser Maschine zuerst den Gebrauch des Zuleiters. Die einzige Unvollkommenheit, welche sich an dieser Maschine findet, ist, daß der erste Leiter nicht fest liegt.

Auch suchten die englischen Künstler den Glaskugeln einen sehr schnellen Umlauf dadurch zu geben, daß sie in einem kleinen Gehäuse ein kleines Stirnrad mit einem Getriebe einschlossen, wovon die Axe des letztern zugleich die Axe der Kugel war. So einfach und sinnreich auch dergleichen Maschinen sind, so erfordern sie doch eine überaus genaue Bearbeitung. Uebrigens kann hier die Einrichtung so gemacht werden, daß die Axe der Glaskugel entweder vertikal oder auch horizontal liegt. Eine Maschine dieser Art hat **Nairne** angegeben. Der erste Leiter dieser Maschine wird von seidenen Schnüren getragen, welche an vier auf das Gestelle der Maschine errichtete Säulen geknüpft sind; die Axe der Glaskugel steht vertikal, und das Küssen wird an die Kugel durch eine Feder gedruckt, welche auf dem Gehäuse des Räderwerkes aufsitzet. Diese Maschine ist tragbar, und läßt sich auf einen Tisch aufschrauben.

Noch eine andere Maschine gab der Künstler **Read** an: die Axe des Glascylinders steht auf dem horizontalliegenden Fußbrete

*) Experim. and obferv. on electricity. Lond. 1745. 8.

Fußbrete senkrecht, und ruht mit dem andern Ende in einem vom Fußbrete herausgehenden messingenen Bogen. Die umlaufende Bewegung des Glascylinders geschiehet durch eine Schnur ohne Ende, welche um ein mit dem Tische parallel liegendes Rad, und um einen am untern Ende der Axe des Glascylinders befestigten Würfel geleget ist. Der erste Leiter steht auf einem Glasbecher, welcher ihn isoliret, und ist an dem Ende, welches dem Glascylinder zugekehret ist, ausgezackt. Das Küssen wird durch eine am messingenen Bogen angebrachte Feder gehalten, und an den Glascylinder angedruckt. Die Umdrehung des horizontalliegenden Rades erfordert bey dieser Maschine eine etwas unbequeme Bewegung des Armes.

Priestley *) gibt auch zwey Maschinen von seiner eigenen Erfindung an. Die eine nennt er selbst, weil ihr Gebrauch von so ausgebreitetem Umfange ist, eine Universalelektrisirmaschine. Das Gestelle dieser Maschine bestehet aus zwey oblongen Bretern, welche durch zwey kleine Querhölzer in einer parallelen Lage etwa 4 Zoll weit aus einander gehalten werden. Diese beyden Breter können horizontal auf einen Tisch geleget, und das unterste mit eisernen Klammern daran befestiget werden. Auf diesem Gestelle stehen zwey Säulen von gedörrtem Holze, und das Küssen. Die eine von diesen beyden Säulen läßt sich zugleich mit der Feder, welche das Küssen hält, in einem Falze verschieben, welche der Länge nach fast durch das ganze obere Bret reichet, und kann durch Schrauben in die gehörige Entfernung von der andern gestellet werden. Diese andere steht fest, geht durch das obere Bret hindurch, und ist an das untere befestiget. Diese beyden Säulen haben verschiedene Löcher, in welche man die Spindeln verschiedener Kugeln einlegen kann; und da sie sich in jeder Entfernung von einander stellen lassen, so kann man zwischen ihnen nicht allein Kugeln, sondern auch

*) Geschichte der Elektricität a. d. Engl. von Krünitz S. 351. u. f.

auch Cylinder oder Sphäroiden von verschiedener Größe aufhangen. An dieser Maschine soll man nach Priestley mehr als eine Kugel auf ein Mahl gebrauchen können, wenn man sie über einander in die verschiedenen Löcher der Säulen einhängt, und jeder einen eigenen Würtel anpasset. Allein es ist nicht einzusehen, wie bey dieser Einrichtung einer jeden Kugel ein eigenes Küssen bequem gegeben werden könne.

Das Küssen dieser Maschine besteht aus einer hohlen kupfernen Schüssel, welche mit Pferdehaaren ausgestopfet und mit Corduan überzogen ist. Es ruhet auf einem Fußgestelle, welches die cylindrische Axe eines runden und flachen Stücks gedörrten Holzes aufnimmt, wovon das andere Ende in dem Schnabel einer gebogenen Stahlfeder steht. Die Stahlfeder selbst ist noch mit einer Schraube versehen, wodurch man sie nach Gefallen stärker anziehen oder nachlassen kann.

Das Rad dieser Maschine ist an dem Tische befestiget; es hat verschiedene Einschnitte, damit man mehrere Schnuren darum legen könne, wenn man zwey oder drey Kugeln oder Cylinder auf ein Mahl gebrauchen will, und da es gar nicht mit dem Gestelle der Maschine verbunden ist, so kann man es in verschiedenen Entfernungen von einander fest schrauben, um dadurch der veränderlichen Länge der Schnur nachzugeben.

Der erste Leiter besteht aus einem hohlen kupfernen Gefäße in Gestalt einer Birne, welche den Stiel aufwärts kehret, mit dem runderen Theile aber auf gedörrtem Holze steht. Von dem Stiele aus geht an die Glaskugel ein gebogener Meßingdraht, welcher an seinem Ende einen Ring hat, woran man einige kleine spitzige Drähte steckt, welche ganz leicht an den elektrischen Körper anspielen, und die elektrische Materie aus ihm einsaugen.

Die zweyte Maschine von Priestley ist nach eben den Grundsätzen wie die erste eingerichtet, es kann aber bey ihr nur eine einzige Kugel oder ein einziger Cylinder angebracht werden. Die ganze Maschine besteht nur aus einer einzigen

gen Säule, welche auf drey Füßen stehet. Diese Säule hat an zwey Orten inwendig Oeffnungen, in deren unteren ein Rad und in der obern ein Würtel an der Spindel der Glaskugel sich befindet, um welche ein lederner Riemen geleget wird, der durch eine kleine Schnalle straff genug zusammengeschnallet werden kann. Auch das Reibzeug ist an der Säule befestiget. Der erste Leiter ist eben so wie bey der ersten Maschine eingerichtet, und wird auf einen Tisch gestellet, welcher neben der Elektrisirmaschine sich befindet.

Eine der vorzüglichsten und einfachsten Cylindermaschinen, bey welcher alle nur mögliche Vollkommenheiten angebracht sind, ist diejenige, welche **Cavallo** *) angegeben hat. Das Gestelle dieser Maschine besteht (fig. 6.) aus dem Brete abc, welches beym Gebrauch der Maschine mit zwey eisernen Klammern an den Tisch befestiget wird. Auf diesem Brete sind zwey starke hölzerne Säulen kl und ah senkrecht aufgerichtet, welche den Glascylinder und das Rad tragen. Aus der messingenen Kapsel, worein der eine Hals des Cylinders ff gefaßt ist, geht eine stählerne Spindel durch die Säule kl hindurch, und trägt jenseits dieser Säule an ihrem Ende, welches viereckig ist, einen Würtel. Auf der Peripherie des Würtels sind drey bis vier verschiedene Einschnitte, um der veränderten Länge der Schnur nachgeben zu können, welche um den Würtel und den Einschnitt des Rades d gezogen wird. In der andern Kapsel des Cylinders ist ein kleines Loch, in welches das konische Ende einer starken Schraube geht, welche durch die Säule h durchgeschraubet ist. Das Rad d wird vermittelst des Handgriffs e um eine starke Axe gedrehet, welche um die Mitte der Säule kl in derselben befestiget ist.

Das Küssen g dieser Maschine ist an jedem Ende um zwey Zoll kürzer, als der Cylinder, und berührt auf ein Mahl etwa den zehnten Theil oder lieber noch einen geringern von dem Umfange desselben. Es besteht aus einem dünnen

 mit

*) Vollständige Abhandlung der Elektricität. Leipzig 1797. 8. B. I. S. 146. f.

mit Haaren ausgestopften seidenen Küssen, und ist mit seidenen Schnüren an ein nach der Krümmung des Cylinders eingerichtetes Holz gebunden; an das äußere Ende dieses Küssens wird ein Leder befestiget, welches das Küssen so bedeckt, daß das Leder zwischen den Cylinder und das Küssen zu liegen kömmt; überdem wird noch an dem obern Ende dieses Küssens ein Stück Wachstaffet angebracht, welches, nach dem Vorschlage des **D. Nooth** *), als Ueberschlaglappen oben über den Cylinder geleget wird. In dieses Leder wird das elektrische Amalgama eingerieben. Um das Küssen fest an den Cylinder anzudrucken, dienen entweder ein Paar Stahlfedern, oder seidene Schnüren, oder andere Einrichtungen. Die beyden Fäden kommen aus der hölzernen Haube einer starken gläsernen Säule hervor, welche auf dem untern Brete senkrecht steht. Diese Säule hat einen viereckigen hölzernen Fuß, welcher sich in einem Falze in dem untern Brete a b c verschieben, und durch eine Schraube feststellen läßt. So kann man diese gläserne Säule in jede beliebige Entfernung von dem Cylinder stellen, und mithin nach Gefallen das Küssen stärker oder schwächer an denselben andrucken. Auf diese Art ist das Küssen vollkommen isoliret. Wird aber das Isoliren des Küssens nicht erfordert, so kann man eine Kette mit einem Häkchen daran hangen, welche mit dem Leder verbunden ist, und wenn sie auf den Fußboden herabhängt, so ist das Küssen nicht mehr isoliret.

Der erste Leiter (fig. 7.) a b ist von Messingblech, und ruht auf zwey überfirnißten Glassäulen, welche mit zwey messingenen Füßen in das Bret c c befestiget sind. Dieser Leiter sauget die Elektricität durch die Spitzen des Zuleiters ein, welche ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll von der Oberfläche des Cylinders abgerückt werden.

Wenn der Handgriff des Rades (fig. 6.) e gedrehet wird, so wird der erste Leiter + E erhalten. Will man aber — E haben, so muß die Kette vom Küssen abgenommen, und an den ersten Leiter gehängt werden, welcher aus dem Boden

*) Philosoph. transact. Vol. LXIII. Nro. 35.

Boden — E zuführen, und + E ableiten soll. Auf diese Weise ist das Küssen isoliret, und erhält beym Umdrehen — E. Wird mit dem Küssen ein anderer isolirter Leiter verbunden, welcher dem ersten Leiter völlig ähnlich ist, so wird auch dieser — E erhalten.

Einer der berühmtesten Künstler in England, **Nairne**, hat sich um die Verbesserung der Cylindermaschinen vorzüglich verdient gemacht. Man findet eine von diesem Künstler besonders für den medicinischen Gebrauch eingerichtete Maschine bey **Cavallo** beschrieben. Die Haupttheile dieser Maschine sind der Glascylinder und die beyden Leiter, welche sich alle in einer parallelen Lage befinden. Der Cylinder, welcher gemeiniglich ungefähr 7 Zoll im Durchmesser hat, ist mit hölzernen Kappen versehen, und drehet sich in zwey hölzernen Stücken, die oben auf zwey starke Glassäulen (fig. 8.) bb gekittet sind. Diese Säulen sind in das untere Bret der Maschine fest gemacht, und dieses wird mittelst einer Klammer an den Tisch angeschraubet. Unten an diesem Brete sind Einschnitte gemacht, und in diesen lassen sich die hölzernen Stücken ff hin und her schieben, und mittelst der Schrauben ll feststellen. Das Reibzeug ist an dem Leiter r befestiget. Es besteht aus einem ausgestopften ledernen Küssen, an dessen unterem Theile ein Stück seidenes Zeug angeleimt ist. Letzteres ist über die Oberfläche des Küssens, nämlich zwischen dem Küssen und dem Glase, gezogen, gehet über den Cylinder hinweg, und reicht fast bis an die spitzigen Dräthe, welche an dem andern Leiter befestiget sind, um die Elektricität von dem Cylinder aufzunehmen.

Die Leiter sind von Blech, und mit einem schwarzen Lack überzogen, und in jedem steckt eine belegte Flasche, und noch eine dünne belegte Röhre, oder kleine Flasche, die man sehen kann, wenn die Deckel nn weggenommen sind. An jedem Leiter ist ein Knopf p befestiget, um eine Kette daran hängen zu können, und man erhält dann positive und negative Elektricität, je nachdem man den einen oder andern Leiter mit der Erde verbindet.

Der längste Theil der Kurbel c, wodurch der Cylinder gedrehet wird, ist von Glas.

Alle Theile dieser Maschine, der Leiter, das Reibzeug, der Cylinder und seine Kappen sind isolirt. Herr **Cavallo** versichert, daß er nie eine nach andern Grundsätzen gebauete Maschine von gleicher Größe gesehen habe, welche dieser in Rücksicht ihrer Wirkung gleich gekommen wäre.

Außerdem hat **Nairne** dieser Maschine einen Ausladeelektrometer (m. s. **Elektrometer**), und mehrere andere Instrumente beygefügt, welche zu jeder Absicht bey der medicinischen Elektricität erforderlich sind; besonders lassen sich mittelst der Flaschen, welche in die Leiter gesteckt sind, sehr kleine Schläge mit der größten Leichtigkeit, und fast bis zu einem unmerklichen Grade geben.

Adams *) beschreibt ebenfalls zwey Maschinen, welche beyde mit der des **Cavallo** seiner übereinstimmen; bey der einen wird der Glascylinder bloß durch eine Kurbel, bey der andern aber durch ein Rad in Umlauf gebracht. Am Küssen fehlt bey diesen Maschinen das Leder, worauf sonst das elektrische Amalgama gerieben wird; statt dessen geht aber ein Stück Wachstaffet vom untern Rande des Küssens aus, und verbreitet sich über den Cylinder so weit, daß es beynahe an den Zuleiter des ersten Leiters anstößt. Der erste Leiter steht nur auf einem einzigen Glasfuße. Der Leiter zur negativen Elektricität ist an einem hölzernen Arme der Glassäule, welche das Küssen trägt, fest, und die ganze Maschine hat ihr Fußbret auf dem Boden des Zimmers.

Nicholson ß) suchte die Cylindermaschinen noch mehr zu verbessern. Er ist der Meinung, daß der von D. **Nooth** zuerst angegebene seidene Lappen nicht allein dazu diene, den Rückgang der Elektricität von dem Cylinder zu dem Küssen zu verhindern, sondern es sey selbst dieser Lappen das vorzüglichste

*) Versuch über die Elektricität. S. 14. u. f.

ß) Experim. and observat. on electricity in Philos. transact. Vol. LXXIX. P. II. p. 273 sqq. übers. in Grens Journal der Physik. B. III. S. 49. u. f.

züglichste Wirkungsmittel bey Erregung der Elektricität, indem das Küssen ganz allein die Stelle vertrete, die Elektricität herzugeben, und den Druck am vordern Theile zu verstärken. Die Entweichung der Elektricität von der Oberfläche des Cylinders wird nicht so wohl durch die Dazwischenkunft der Seide, als vielmehr durch eine Bindung verhütet, indem der seidene Lappen eben so stark negativ wird, als der Cylinder positiv ist. Diese Sätze wurden durch folgende Versuche erwiesen. Wenn man das Küssen von dem Cylinder einen Zoll weit entfernt, und die Elektricität allein durchs Reiben an den seidenen Lappen erregen ließ, so sahe man einen Lichtstrom zwischen dem Küssen und dem seidenen Lappen, und der erste Leiter gab weit weniger Funken. Wurde in diesen Lichtstrom eine Rolle Seidenzeug gelegt, so verschwand das Licht, und man erhielt im Conduktor noch weniger Funken. Wurde im Gegentheil eine nicht isolirte Metallstange zwischen das Küssen und den seidenen Lappen gelegt, ohne daß selbige irgend einen Theil der Elektrisirmaschine berührte, so sahe man einen sehr starken elektrischen Strom zwischen dem seidenen Lappen und der Metallstange, und der Conduktor gab sehr viele und starke Funken. Brachte man den Knopf einer leidner Flasche an die Stelle der Metallstange, so wurde diese mit — E geladen. Der seidene Lappen allein mit einem nach hinten zu angebrachten Stück Zinnfolie brachte viel Elektricität zu Wege; mehr erhielt man, wenn das Küssen mehr angedrückt ward; noch mehr aber, wenn die Hand an den seidenen Lappen statt des Küssens gebracht wurde. Wenn der Lappen sehr stark war, oder auch mehrere über einander geleget waren, so erhielt man allemahl geringere Elektricität, als bey einem sehr dünnen und einfachen Lappen. Wurde der seidene Lappen von dem Cylinder abgenommen, so entstanden zwischen beyden Funken, und man fand jenes schwach mit — E und dieses mit + E.

Nunmehr untersuchte Herr **Nicholson**, woher es komme, daß durchs Reiben des Küssens an dem Cylinder ohne seidene Lappen Elektricität in den ersten Leiter geführet

werden könne. Er entdeckte, daß in diesem Falle der hervorspringende Theil des Küssens allein die Elektricität auf der Oberfläche des Cylinders binde, und daß ohne diese Bindung nur sehr wenige Elektricität in den ersten Leiter abgeführet werde.

Wenn man einen seidenen Lappen an den Glascylinder so anbringt, daß seine Enden hinabwärts gehen, und er die Hälfte des Umfanges berühret, der Cylinder aber sich an einem mit Amalgama versehenen Leder reibet, so wird der Cylinder während der Zeit, da er unter dem seidenen Lappen hinweggehet, begierig nach + E. Die herannahende Fläche des Glases nimmt + E an, und gibt es am andern Ende, wo sie den seidenen Lappen verläßt, wieder von sich. Wenn daher an der ersten und letzten Berührungsstelle auf beyden Seiten isolirte Leiter angebracht sind, so erhält der erste — E und der andere + E, bis die Intensitäten beyder E so groß sind, als es die Kraft des Apparats bewirken kann. Diese elektrische Zustände beyder Leiter verwechseln sich sogleich, wenn der Cylinder in entgegengesetzter Richtung gedrehet wird. Dieß leitete Herrn **Nicholson** auf den Gedanken, an ein und dem nämlichen Leiter beyde Elektricitäten rege zu machen, indem man zwey Küssen, auf jeder Seite eines, anbrachte, und das Reibzeug mit dem seidenen Lappen beweglich machte. Er hat auch hiernach eine Maschine mit einem Conduktor angegeben, worin beyde Arten von Elektricität durch das einfache Verfahren hervorgebracht werden, daß, um die entgegengesetzte Elektricität zu erhalten, das lederne Reibzeug abgelöset, und an dem andern Küssen auf der entgegengesetzten Seite des Cylinders befestiget, dieser aber nun nach der entgegengesetzten Richtung umgedrehet wird.

Außerdem beschreibt auch **Nicholson** noch eine Art, die Elektricität eines Cylinders in einem hohen Grade zu erregen. Er reiniget den Cylinder, und wischt den seidenen Lappen ab. Hierauf läßt er den erstern an einem mit Talg bestrichenen Leder so lange umlaufen, bis er gleichförmig undurchsichtig geworden ist; alsdann dreht er ihn so lange um, bis

bis der seidene Lappen so viel Talg abgewischt hat, daß er halb durchsichtig geworden ist. Nunmehr bringt er etwas Amalgama auf ein Stück Leder, vertheilt es gleichförmig, und bringt es an den Cylinder. Die Friktion wird hierbey größer, und es muß das Leder nicht eher wieder weggenommen werden, als bis sie größer zu werden aufhöret. Nimmt man aber das Leder alsdann hinweg, so wird auch die Maschine in Ansehung der Erregung der Elektricität in einem beträchtlichen Grade wirksam geworden seyn.

Das Reibzeug der Maschine des Herrn **Nicholson** besteht aus einem seidenen Lappen, welchen die Kaufleute **Persian** nennen, und welcher an ein Stück Leder geleimet ist. Das Küssen wird gegen den Lappen durch eine dünne Spiralfeder, welche in der Mitte auf der Rückseite des Küssens angebracht ist, angepreßt. Am Zuleiter bedient er sich nie der Spitze, sondern bringt den Conduktor selbst fast in Berührung mit dem Cylinder.

Was die Stärke der auf diese Art erregten Elektricität betrifft, so gab eine 5 zollige Kugel an einer Maschine mit einem 12 zolligen Cylinder und einem Reibzeuge von $7\frac{1}{2}$ Zoll häufige über 14 Zolle lange Funken; ein 7 zolliger Cylinder gab $10\frac{3}{4}$ Zoll lange Funken. Eine Verstärkungsflasche von beynahe $2\frac{1}{2}$ Quadratfuß wurde bis zur freywilligen Entladung geladen. Die Anzahl der Quadratfüße von der Oberfläche des Glascylinders, welche gerieben werden mußten, um ein Quadratfuß Beleg zu laden, war wenigstens 18,03 und höchstens 19,34. Uebrigens bemerket Herr Hofrath **Lichtenberg** *), daß nach Herrn **Nicholsons** genauer Bestimmung ein gläserner Cylinder von 9 Zoll im Durchmesser mit einem Reiber von $7\frac{1}{2}$ Zoll Länge gerade so viel leistete, als Herrn **van Marum's** eigene Maschine aus zwey Scheiben von 33 Zoll, welche fast 30 Mahl so viel kostete. Dagegen erinnert der Uebersetzer der

*) Anfangsgründe der Naturlehre von Poly. Erxleben. Götting. 1794. 8. Anmerk. zu. §. 500.

neuesten Schrift von **Cuthbertson** *), daß diese von **Nicholson** angegebenen Bestimmungen keineswegs bestehen können. Er wisse zwar nicht, nach was für Thatsachen **Nicholson** diese Berechnung angestellet habe; sollte sie jedoch wirklich geschehen seyn, so habe entweder **Nicholson** die neuern Verbesserungen des Herrn van Marum nicht gewußt, oder er könne, wie gewöhnlich, nichts gut finden, was nicht englischen Ursprungs sey. Vergleiche man die Angaben von **Nicholson** mit denen von **van Marum**, so ergebe sich sogleich die Unrichtigkeit der Behauptung. Nach **Nicholson** muß man seinen 9 zölligen Cylinder 11,7 Mahl umdrehen, um 1 Quadratfuß Belegung zu laden, und dazu werden $5\frac{1}{2}$ Sekunde Zeit erfordert; auch muß er $18\frac{1}{2}$ Quadratfuß Glas reiben, um jene Ladung zu bewirken. Herr **van Marum** ladet in seiner doppelten 32 zölligen Maschine im Mittel 15 Quadratfuß Belegung mit 15 Umdrehungen, folglich einen Quadratfuß mit einer Umdrehung. Da nach **Cuthbertsons** Angabe die marumschen Küssen ohne Noth 100 Zoll lang sind, so ist die geriebene Fläche an allen 4 Flächen der beyden Scheiben 2464 Quadratzoll = 19,2 Quadratfuß, also die zur Ladung von 1 Quadratfuß Belegung nöthige geriebene Fläche so groß, wie bey **Nicholson**. Da aber **Cuthbertson** gezeiget hat, daß die marumschen Küssen 3 Zoll zu lang sind, und nur 7 Zoll lang seyn sollten, so ist die geriebene Fläche bey einer Umdrehung nur 2198 Quadratzoll = 15,2 Quadratfuß, und so viel ist zur Ladung von 1 Quadratfuß nöthig, folglich erregt die marumsche Maschine besser als die nicholsonsche. Da endlich eine Umdrehung gar füglich in weniger als einer Sekunde gemacht werden kann, mit dem Cylinder aber $11\frac{1}{2}$ Umdrehung, und dazu $5\frac{1}{2}$ Sekunde erfordert werden, so wirkt die Scheibenmaschine in gleicher Zeit sechs Mahl stärker. Würden nun noch mit Ladung sehr großer Batterien von 4 bis 500 Quadratfuß Proben angestellt, so würde der Cylinder vielleicht gar nicht im Stande seyn,

*) Abhandlung von der Elektricität u. s. Dritte Fortsetzung. Leipz. 1796. 8. S. 97.

seyn, dieselbe voll zu laden. Was endlich den Preis betreffe, so wisse er nicht, wie **Nicholson** rechne. Gesetzt auch, die marumsche Maschine koste 600 Gulden, so müsse nach dem angegebenen Verhältnisse eine Cylindermaschine 20 Gulden kosten. Er habe aber mehrere mit 7 zölligen Cylindern und einigen Flaschen mit 100 Thlr. bezahlen sehen. Er getraue sich aber eine marumsche Maschine um 150 bis 200 Gulden zu schaffen, und so theuer seyen englische Cylindermaschinen beynahe auch.

Glasscheibenmaschinen.

Nachdem man sich bey den Elektrisirmaschinen fast allgemein zu den elektrischen Körpern entweder Glaskugeln oder Glascylinder bedienet hatte, so kam man auch auf den Gedanken, hierzu runde Glasscheiben zu gebrauchen. Man glaubte dadurch vorzüglich deßwegen eine stärkere Elektricität zu erregen, weil man mehr als ein Küssen zum Reiben bequem anzubringen im Stande wäre. Es wurden diese Maschinen um das Jahr 1766 bekannt. Der Künstler **Ramsden** in London verfertigte sie mit vielem Beyfall, und gab sich selbst als den Erfinder aus. Einige führen aber den Dr. **Ingenhouß** als den Erfinder der Glasscheibenmaschinen an. Nach einer Nachricht in der allgemeinen deutschen Bibliothek [α]) ist weder **Ingenhouß** noch **Ramsden** der Erfinder der Scheibenmaschinen, sondern vielmehr **Planta**, Stifter und Direktor des haldensteinischen Seminariums, welcher sich um das Jahr 1760 der Glasscheibenmaschine bedienet hat.

Dr. **Ingenhouß** [β]) sagt, daß er sich der Glasscheibenmaschinen seit dem Jahre 1764. zu bedienen angefangen habe, weil er sich viel Hoffnung von dem Reiben der Scheibe an beyden Seiten gemacht. Er habe hiervon einigen seiner Freunde

α) Anhang zum 13. bis 24. Band. Vierte Abtheilung. S. 549.

β) Vermischte Schriften, herausg. von Molitor. Zweyte Auflage. Wien 1784. gr. 8. B. I. S. 172. u. f.

Freunde in London, auch dem Dr. **Franklin** in Philadelphia, Nachricht ertheilet, und nachher seyen dergleichen Maschinen von **Ramsden** und andern Künstlern nachgemachet worden.

Diese Maschine hat statt der sonst gewöhnlichen Glaskugeln oder Glascylinder eine runde Glasscheibe, welche mittelst einer Kurbel vertikal umgedrehet wird. Es geht nämlich durch die Mitte der Glasscheibe eine eiserne Axe hindurch, an welcher die Kurbel befestiget ist. Die Scheibe selbst reibt sich an vier ovalen Küssen, welche etwa 2 Zoll breit sind, und deren zwey an jeder Seite der Scheibe an den beyden Enden ihres vertikalen Durchmessers stehen. Das Gestelle dieser Maschine bestehet aus einem Fußbrete, welches an den Tisch angeschraubet wird, und auf welchen zwey Säulen oder auch zwey Breter senkrecht stehen, und oben mit einander verbunden sind. Zwischen diesen beyden Säulen liegt die vertikale Glasscheibe, welche sich bey Umdrehung derselben an den an zwey Querhölzern befestigten Küssen reibet. Der erste Leiter ist eine hohle Röhre, an deren einem Ende sich zwey in Bogen gekrümmte Arme ausbreiten, welche nahe an die Glasscheibe reichen, und durch einige daselbst angebrachte metallene Spitzen die erregte Elektricität einsaugen. Diese Maschine wird noch umständlicher beschrieben vom Hofmechanikus **Schmidt** [α]) in Jena, und von **d'Inarre** [β]).

Man sahe sich in der Hoffnung, durch dergleichen Maschinen starke Elektricität zu erregen, nicht getäuscht. Man ging daher noch weiter, und gebrauchte statt einer Scheibe zwey Scheiben, deren jede auf beyden Seiten an zwey Küssen gerieben wurde. Die Wirkungen dieser Glasscheibenmaschinen mit doppelten Scheiben fand man ungemein stark, nur bemerkte man anfänglich an selbigen die einzige Unvollkommenheit, daß die metallene Axe der Glasscheiben so viele Elektricität annehme, und in den Fußboden ableite. Dieser nicht

α) Beschreibung einer Elektrisirmaschine und deren Gebrauch. Jena 1773. 4.
β) Von der Elektricität. Th. I. Frankf. 1787. 8. S. 23. u. f.

nicht geringe Fehler wurde nachher von **Cuthbertson** [α]) in Amsterdam dadurch vermieden, daß er die metallene Axe zwischen den beyden Glasscheiben mit einem gläsernen Ringe umgab, welchen er mit Siegellack an die Scheiben kittete. Alsdann führte er noch die beyden Arme des ersten Leiters zwischen die beyden Glasscheiben bis nahe an den gläsernen Ring hinein, um alle dazwischen erregte Elektricität aufzunehmen.

Um aber auch an den Scheibenmaschinen die negative Elektricität zu erhalten, that **le Roy** [β]) den Vorschlag, die Küssen an eine Glassäule zu setzen, und zwey Leiter anzubringen, deren einer mit dem Küssen und der andere mit der Scheibe in Verbindung stehe. Man erhält hierdurch entweder positive oder negative Elektricität, nachdem man den einen oder den andern Leiter mit dem Fußboden verbindet. Wenn beyde Leiter isoliret bleiben, so bekommt der eine positive, der andere negative Elektricität, mithin hat man beyde zugleich, jedoch wegen der Isolirung in einem sehr schwachen Grade.

Die von **Ramsden** und **Cuthbertson** angegebenen Scheibenmaschinen sind nachher mit einigen Abänderungen von **Sigaud de la Fond** [γ]), dem Grafen von **Brilhac** [δ]), **Kohlreif** [ε]), **Franz Maggiotto** [ζ]) und andern bey Beschreibung ihrer Maschinen zum Grunde geleget worden. **Sigaud de la Fond** suchte nur die ramsdensche Scheibenmaschine dadurch zu verbessern, daß er die metallene Axe dünner machte, um sie von den Küssen weiter zu entfernen, und

[α]) Abhandlung von der Elektricität nebst einer genauen Beschreibung der dahin gehörigen Werkzeuge und Versuche. a. d. Holländ. Leipzig 1786. S. 96.

[β]) *Rozier* observ. et mém. sur la physique. Tom. V. Janv. 1775. S. 53.

[γ]) Précis historique et expérimental des phénomènes électriques à Paris 1781.

[δ]) *Rozier* observat. et mém. sur la physique. May 1780.

[ε]) Lichtenbergs Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. I. St. 3. S. 101. f.

[ζ]) Ebendaselbst. B. II. St. 1. S. 137.

und daß er den metallenen Theil der Axe, welcher zwischen den beyden Säulen sich befand, mit überfirnißtem Holze bedeckte. Der Graf von **Brilhac** gab der Glasscheibenmaschine mit doppelten Scheiben die Einrichtung, daß die beyden Scheiben durch Hülfe eines großen Rades, eben so wie sonst die Glascylinder oder Glaskugeln, in Umlauf gebracht wurden. **Kohlreif** suchte vorzüglich das Reibzeug zu verbessern, und gebrauchte übrigens zwey Maschinen, die eine von Glas zur positiven, und die andere von Holz zur negativen Elektricität. Sein Küssen war von Leinwand, dünn mit Talg überstrichen, und mit Amalgama überrieben. Es liegt ganz flach an dem Glase an, und hat keinen erhabenen, sondern platt aufsitzenden Rand, welcher bis zur Berührung des Glases mit einem glatten Streifen Seidenzeug beklebet ist; an der Seite des Küssens, wo das Glas beym Umdrehen hervorkommt, ist außerdem noch ein breiter Streifen Seidenzeug befestiget, welcher wieder zurückgebogen wird, damit keine Fasern an das Glas kommen. Die Axe, welche durch die Scheibe gehet, ist von Holz. **Franz Maggiotto** nimmt ein Rad von buxbaumenem Holze, im Durchmesser 3 Fuß, und setzt an den Rand desselben 8 Glasplatten von ½ Fuß Breite an, so daß sie um das Rad gleichsam einen Glasring bilden. Sie sind mit Schrauben an das Rad geklemmt, und die Fugen in einander geschliffen. Das Reibzeug ist ein Küssen mit Haaren gefüllt und mit Knittergold überzogen. Der erste Leiter ist an Haarseilen isoliret, und besitzet zwey Arme, deren einer an der einen Seite und der andere an der andern Seite des Ringes anliegt.

Die sehr starke Elektricität, welche man bey den Glasscheibenmaschinen wahrgenommen hatte, wurde durch Dr. **Ingenhouß** an der Elektrisirmaschine des Herrn von **Kienmayer** bestätiget. Diese Maschine bestand aus einem Spiegelglase von zwey Wiener Fuß im Durchmesser aus der fahrnfelder Spiegelfabrik, und steht auf vier Glassäulen so, daß selbst die Küssen isoliret sind, und folglich negative Elektricität erhalten werden kann. Die Küssen sind von

Holz,

Holz, mit Leder und Flanell überzogen, und werden durch Federn angepreßt. Von den Küssen erstrecken sich ein Paar Streifen von Wachstaffet beynahe bis an den ersten Leiter. Wenn die Scheibe in Umlauf gebracht wird, welches durch eine einfache Kurbel geschiehet, so fahren von einem Küssen zum andern Feuerströme, welche im Dunkeln, wenn der Conduktor von der Maschine entfernet ist, das ganze Zimmer erleuchten. Aus dem Conduktor werden 7 bis 9 Zoll lange Funken herausgezogen.

Eine der größten Glasscheibenmaschinen mit doppelten Scheiben ist die von **Cuthbertson** verfertigte im teylerischen Museum zu Haarlem *). Diese Maschine bestehet aus zwey runden Glasscheiben, jede von 64 Zoll im Durchmesser. Sie stehen in paralleler Lage 7½ Zoll weit von einander ab, sind an eine gemeinschaftliche Axe befestiget, werden allein mit einer Kurbel umgedrehet, und an 8 Küssen, jedes 15½ Zoll lang, gerieben, welche sich alle an einem besondern Gestelle befinden. Die Axe und ein Kreis um selbige von 33 Zoll im Durchmesser sind mit einer harzigen Mischung bedeckt; auch liegt die Axe auf Glassäulen, so wie überhaupt das ganze Gestelle auf Glasfüßen stehet. Gemeiniglich werden zwey Menschen gebrauchet, diese Maschine in Bewegung zu setzen. Soll sie aber eine lange Zeit gedrehet werden, so werden vier Menschen dabey gebrauchet. Mit der Axe in einer geraden Linie in einer Entfernung von 68 Zoll von den Scheiben befindet sich eine gläserne 57 Zoll hohe Säule, welche einen kupfernen 22 Zoll langen Cylinder

*) Beschryving eener ongemenen groote Elektrizeermaschine, geplaatst in Teyler's Museum to Haarlem, door *Mart. van Marum*. Haarlem 1785. 4. übers. Beschreibung einer ungemein großen Elektrisirmaschine, und der damit im teylerischen Museum zu Haarlem angestellten Versuche durch Mart van Marum Leipz. 1786. 4. Eerste Vervolg der Proefneemingen, gedaan met Teyler's Elektrizeermaschine gr. 4. deutsch. Erste Fortsetzung. Leipzig 1788. 4. Die zweyte holländ. Fortsetzung und französ. übers. seconde continuation des expériences faites par le moyen de la machine électrique Teylerienne p. *Mart. van Marum* à Haarlem 1795. 4.

der mit kupfernen Kugeln von 9 Zoll Durchmesser am Ende trägt. Dieser Cylinder hat an dem Ende, welches von der Maschine abwärts liegt, eine Röhre mit einer Kugel von 4 Zoll im Durchmesser, an dem andern Ende aber zwey rechtwinkelig angesetzte Arme von 9 Zoll Länge mit auslaufenden Kugeln von 6 Zoll im Durchmesser. Auf jeder Seite dieser Maschine steht auch noch eine 57 Zoll hohe Glassäule mit dergleichem Cylinder. Aus jedem geht ein Arm 4 Zoll lang hervor. Beyde Arme laufen zwischen die Scheiben und besitzen an jeder Seite zum Einsaugen der Elektricität 4 Spitzen. Diese drey Hauptstücke des Conduktors sind noch durch zwey kupferne Cylinder verbunden. Uebrigens hat der ganze beschriebene Conduktor 2½ Quadratfuß Oberfläche. Die Funken, welche aus den vierzolligen Kugeln kommen, gehen in einen andern Leiter von 22 Zoll Länge und 8 Zoll Durchmesser, der sich in Kugeln von 12 Zoll Durchmesser endiget, über; übrigens steht er auf einer Glassäule, kann aber zur Ableitung der Elektricität vermittelst eines Kupferdrahtes mit den Regenröhren des Gebäudes verbunden werden. Eben hiermit sind auch die Küssen verbunden, und man kann nach Belieben positive und negative Elektricität erhalten, weil alles isoliret ist.

Man hat diese Maschine mit einer andern von völlig gleicher Einrichtung, wovon nur die Scheiben kleiner waren, verglichen, und gefunden, daß die Stärke der Elektricität keinesweges im Verhältnisse der Größe ihrer Scheiben stehe, sondern daß vielmehr die elektrische Kraft in einem weit größern Verhältnisse fortschreite. Gleichwohl aber ist die negative Elektricität bey dieser Maschine ungleich schwächer, als die positive, wie dieß sogleich die Funken beweisen. Die Ursache hiervon liegt darin, weil die Reiber allein nicht isoliret werden können, sondern das ganze Gestelle, und hiermit die beyden Personen, welche die Maschine drehen müssen, zugleich mit isoliret werden müssen. Hierdurch wird der Luft eine allzugroße Fläche ausgesetzet, und zu viel elektrische

elektrische Materie aus der Atmosphäre angezogen, welche die negative Elektricität schwächt.

Die Kraft dieser Maschine scheint größer zu seyn, als alle, welche man bis jetzt verfertiget hat. Ihre Wirkungen sind in der That erstaunend. Wenn eine sehr scharfe stählerne Spitze dem ersten Leiter genähert wurde, so zog sie doch noch einen Lichtstrom etwa von ½ Zoll Länge heraus. Wurde eine solche scharfe stählerne Spitze auf den Leiter so befestiget, daß sie drey Zoll hervorragte, so gingen aus selbiger Strahlen aus, welche 6 Zoll lang waren, wenn man eine Kugel von 3 Zoll im Durchmesser dagegen hielt; bediente man sich aber statt der Kugel einer andern Spitze, so waren die Strahlen nur zwey Zoll lang. Ein Zwirnsfaden von 6 Fuß Länge in einer Entfernung von 38 Fuß vom ersten Leiter senkrecht aufgehängt, wurde von demselben angezogen. Wenn man einen Leiter gegen den ersten Leiter der Maschine brachte, so konnte man in einer Minute 24 Zoll lange Funken in der Dicke eines Federkiels 300 Mahl ausziehen. Die Luft war so stark elektrisiret, daß sogar die Kugeln an **Cavallo's** Elektrometer in einer Entfernung von 40 Fuß von der Maschine um ½ Zoll weit von einander gingen. Die Wirkung dieser Maschine ist noch dadurch sehr verstärket worden, daß man den 135 Flaschen, aus welchen die erste Batterie bestand, noch 90 beygefüget hat, so daß die ganze Batterie ungefähr 225 Quadratfuß belegter Fläche enthält. Zur Ladung dieser Batterie werden 160 Umläufe der Scheiben erfordert. Durch einen Schlag dieser Batterie wurde ein Cylinder von Buxbaum 4 Zoll hoch und 4 Zoll im Durchmesser gespalten, wozu nach der von Herrn **van Marum** angestellten Rechnung eine Kraft von 9840 Pfund erforderlich war. Der Schlag der vorigen Batterie spaltete nur einen Cylinder von 3 Zoll Höhe und 3 Zoll im Durchmesser mit einer Kraft von 5535 Pfund. Außerdem sind mit dieser Maschine noch sehr wichtige Versuche in Rücksicht der verschiedenen Gasarten, der Schmelzung der Metalle und anderer Phänomene angestellet worden.

Cuthbertson *), der Verfertiger dieser großen Maschine, hat außer der in der ersten Schrift angegebenen Elektrisirmaschine in einer neuern Schrift eine kleinere Maschine zu dieser Absicht angegeben, um die Versuche, welche der Herr van Marum mit der teylerischen Maschine angestellet hat, im Kleinen ohne großen Kostenaufwand nachzumachen. Diese Maschine bestehet aus zwey Glasscheiben, eine jede von 31 Zoll im Durchmesser, welche in paralleler Lage 7 Zoll weit von einander entfernet sind, an einer gemeinschaftlichen Axe sich befinden, und an acht Küssen, jedes 8 Zoll lang und 2 Zoll breit, sich reiben. Die Scheibenaxe ist von Messing im Durchmesser 1½ Zoll, und nahe an den Scheiben mit hölzernen Cylindern umgeben, welche 4 Zoll dick mit einem elektrischen Kitt überzogen sind. Auch selbst die Scheiben sind bis auf 3 Zoll weit von der Axe mit Siegellack überzogen. Die Axe liegt auf drey gläsernen massiven Säulen, wovon zwey am vordern Theile sich befinden, eine jede 4 Zoll weit von der Kurbel, die dritte aber den hintern Theil der Axe trägt. Eine jede Säule ist aus zwey Stücken zusammengesetzet, welche in der Mitte durch einen messingenen Cylinder verbunden sind. Sie sind übrigens 3 Fuß 4 Zoll hoch. Das übrige Gestelle ist von Mahogonyholz. Die Axe hat am vordern Theile, wo die Kurbel sich befindet, Schraubengänge, um ein Stück massives mit Siegellack überzogenes Glas im Durchmesser 10 Zoll und in der Dicke 2 Zoll daran zu schrauben. An der einen Seite dieses Glases ist ein Stück Messing mit einer Schraubenmutter, und an der äußern eine viereckige messingene Platte mit einer Schraube befestiget. An dieser sitzt die Kurbel, welche einen Kreis von 22 Zoll im Durchmesser beschreibet.

Der erste Leiter besteht aus 5 hohlen messingenen Cylindern. Zwey von diesen, welche Herr Cuthbertson die Arme nennt, haben die Gestalt eines Winkelhakens; an dem

*) Beschreibung einer Elektrisirmaschine und einigen damit von R. Deiman und A. Paets von Trooswyck angestellten Versuchen. Leipzig, 1790. 8.

dem einen Ende derselben befinden sich die **Empfang-stücken**, welche die Elektricität einsaugen; an dem andern Ende kommen unter einem rechten Winkel zwey Arme hervor, welche sich in das Hauptstück des Conduktors endigen. Bey allen Absätzen dieser Stücke sind Kugeln angebracht. Diejenigen Stücke, welche die Elektricität aufnehmen, haben an jeder Seite 5 stählerne Spitzen, und ihre Entfernung von der Axe beträgt 8 Zoll. Der ganze erste Leiter ist auf einer 2 Zoll dicken und 2 Fuß hohen gläsernen Säule befestiget, welche oben, wo der Leiter aufliegt, in eine Länge von 6 Zoll mit einem dicken Ueberzuge von Siegellack bedeckt ist, welcher gegen unten zu allmählig dünner wird. Um die Mitte dieser Säule befindet sich abermahls ein solcher Ueberzug von Siegellack. Dieser positive erste Leiter dient auch zur negativen Elektricität, indem die Empfangstücke abgenommen werden. Außerdem ist aber auch noch ein negativer Leiter angebracht, welcher aus einer gebogenen messingenen Röhre von 1 Zoll Durchmesser besteht, und zwey Fuß von der hintersten Säule der Maschine entfernet ist. Dieser dienet vorzüglich, um eine Batterie negativ zu laden, wobey ein großer ausgebreiteter Leiter alle Mahl nachtheilig ist.

Zum Positivelektrisiren wird ein Messingdraht von ¼ Zoll im Durchmesser mit dem Gebälke der Maschine verbunden. Diesen Draht befestiget man an der Decke des Zimmers, führet ihn an der einen Wand bis auf den Boden herab, und von da zwischen den Dielen nach der andern Seite des Zimmers fort, wo er durch ein Loch im Boden bis in eine Grube, die beständig mit Wasser angefüllt ist, geht. Dieser leitende Draht ist auch mit dem Fußstücke der Maschine verbunden. Dadurch wird dem Küssen die Elektricität aus der Erde zugeführet. Dieser leitende Draht dient aber auch, die Elektricität, welche einem andern isolirten Leiter mitgetheilet ist, wieder abzuführen, wenn nämlich dieser Leiter mit jenem Drahte durch einen andern leitenden Draht in Verbindung gebracht wird.

Zum Negativelektrisiren nimmt man die Empfangsstücken von den Armen ab, und stellt den Leiter so auf die Glassäule, daß die Arme in einer Vertikalfläche stehen, und das obere und untere Ende der Glassäule, auf welcher die Axe liegt, berühren. Um die Elektricität, welche die Scheiben durchs Reiben an den Küssen erhalten, wegzubringen, werden hier zwey besondere Stücke gebrauchet, welche zu beyden Seiten der Mitte des Fußstücks zwischen die Ränder der Scheiben gestellet werden. Ein jedes von diesen beyden Stücken besteht aus einer massiven Glassäule, oben mit einer hölzernen Bekleidung versehen, worein das Empfangstück, welches sich an dem Arme des ersten Leiters befand, mit seiner Kugel gesteckt wird. Auf dieser Kugel liegt noch eine kleinere Kugel, von welcher ein Draht zum Fußboden herabgehet, und die Elektricität wegschafft.

Zur Beurtheilung der Stärke dieser Maschine dienen folgende Versuche, welche an dem ersten Leiter sind angestellet worden: An die letzte Kugel dieses Leiters wird in einer Entfernung von ½ Zoll noch eine kleinere Kugel von 2 Zoll Durchmesser gesteckt, um die Schlagweite zu vergrößern, welche gewöhnlich 11½ Zoll ausmacht, wenn der elektrische Funke durch eine zweyte Kugel von 5 Zoll Durchmesser herausgelocket wird; manchmahl ist er ½ Zoll kürzer, oft aber auch 1 Zoll länger. Der ausfahrende Strahl ist wie der Blitz schlängelnd, die Dicke ⅛ Zoll, und außerdem schießen aus ihm Seitenstrahlen von 2 bis 4 Zoll Länge häufig heraus. Der negative Funke wurde am längsten gefunden, wenn er von einer 12 zolligen Kugel aus einer Kugel von ¾ Zoll im Durchmesser herausgelocket wurde; die Länge betrug 8¼ bis höchstens 9 Zoll. Uebrigens zeigt er sich eben so schlängelnd, wie der positive Funke, nur nicht so dick; die Seitenstrahlen sind 2 bis 3 Zoll lang, und zwar nicht, wie beym positiven, vom Leiter ab, sondern auf denselben zu gekehrt. Wenn auf die Kugel des ersten Leiters eine feine Spitze befestiget ist, welche 2 Zoll von derselben absteheet, so können aus selbiger beym positiven Leiter Funken von ⅝ Zoll Länge, beym negativen,

tiven aber $\frac{1}{8}$ Zoll herausgelocket werden. Die Feuerstrahlen, welche aus einer solchen Spitze ausströmten, waren $4\frac{1}{2}$ Zoll lang, wenn die Spitze 3 Zoll; hingegen $7\frac{1}{2}$ Zoll lang, wenn die Spitze nur 2 Zoll von der Kugel des Leiters entfernet war. Beym negativen Leiter waren die Feuerstrahlen beständig $6\frac{1}{4}$ Zoll lang. Aus Kugeln entstanden Lichtbüschel durch positive und negative Elektricität. Die positiven Büschel waren 9 bis 10 Zoll, die negativen nur 2 Zoll lang.

Der Herr **van Marum** hat ebenfalls die Scheibenmaschinen zu verbessern gesucht, und bereits im Jahre 1789 eine neue Einrichtung der Reibzeuge angegeben *). Die sonst gewöhnlichen Reibzeuge, welche aus einer metallenen Platte bestanden, welche mit Pferdehaaren bedeckt und mit Leder überzogen war, hatten den Fehler, daß ein Theil der elektrischen Materie in das Reibzeug wieder zurückströmte. Selbst lehrte die Erfahrung, daß der Rückgang der Elektricität in das Küssen durch den gewöhnlich angebrachten Wachstaffet nicht verhindert wurde, indem man im Dunkeln einen sehr großen Theil zurückströmen sah. Er läßt daher die Scheiben an Taffet reiben, welcher durch ein mit Sammet überzogenes Holz an das Glas angedrückt wird. Dabey fand er, daß gegen das Zurückströmen der Elektricität das einzige Mittel war, das Amalgama auf den Taffet selbst zu bringen, und zwar in einer solchen dünnen Lage, daß es durchs Reiben nicht bis an den vordern Theil, d. i. denjenigen, welchen die Scheibe bey ihrem Umlaufe verläßt, fortgeführet wird. Nach vielen Versuchen gelang ihm folgendes Verfahren am besten. Auf die Stelle des Taffets, worauf das Amalgama kommen soll, wird mittelst eines Pinsels ein dicker Firniß aus Mastix in Terpentinöl aufgelöset gestrichen, und durch ein feines Sieb das Kienmayersche Amalgama darauf gestreuet, bis der Firniß ganz bedeckt ist; nach ein Paar Tagen, wenn er ganz

D 3 trocken

*) Lettre de Mr. *van Marum* à Mr. le Chev. *Landriani* à Milan contenant la description des frottoirs électriques, dont l'effet surpasse de beaucoup celui des frottoirs ordinaires. à Haarlem 1789. 4. auch im journal de physique. Avril 1789. p. 274 sq. übers. in Grens Journal der Physik. B. II. S. 167 u. f.

trocken geworden, wird das Stück Taffet mit einem Lappen abgerieben, hierauf mit einem Polirstahle geglättet, und zuletzt etwas Baumöl mit dem Finger darüber gestrichen. Noch blieb hierbey dieser Fehler zurück, daß sich der Taffet runzelte, und sehr viele Elektricität in die Falten zurückströmen ließ. Diesem Fehler wurde aber durch den Herrn **van Marum** dadurch abgeholfen, daß er den Taffet, welcher mit seidenen Fäden befestiget wird, an der Platte in den darin befindlichen Löchern mittelst der seidenen Fäden so ausspannt, daß er ganz gleichförmig anschließt, wodurch alle Runzeln wegfallen. Diese Verbesserung zeigte ihm die Wirkung 5 Mahl so stark als bey dem gewöhnlichen Reibzeuge. Um auch mit der negativen Elektricität an Stärke der positiven näher zu kommen, gibt **van Marum** folgende Einrichtung an: ein jeder Reiber für sich wird von einer Glassäule getragen, die ihn isolirt, ohne wie es sonst gewöhnlich ist, das ganze Gestelle zugleich mit zu isoliren; dabey bedient sich der Herr **van Marum** eben der von **Cuthbertson** angegebenen Vorrichtung, bey der positiven Elektricität die Arme des ersten Leiters horizontal, bey der negativen aber diese vertikal zu stellen.

Bey seiner Glasscheibenmaschine mit einer einzigen Scheibe von 32 Zoll im Durchmesser wurden alle diese Verbesserungen angebracht. Die Wirkungen derselben betrugen in Ansehung der Stärke etwa $\frac{2}{3}$ von der Stärke der teylerischen Maschine, an welcher doch ungefähr der geriebene Rand der Glasscheiben $3\frac{1}{2}$ Mahl größer ist, als an der van marumschen Maschine.

Außer diesen Verbesserungen des Reibzeuges hat auch Herr **van Marum** *) der Maschine selbst eine neue Einrichtung gegeben. Statt der gewöhnlichen zwey Säulen, in welchen die Axe der Glasscheibe liegt, und mittelst einer daran befindlichen Kurbel mit der Scheibe zugleich in Umlauf gebracht

*) Beschreibung einer neuen und einfachen Elektrisirmaschine aus einem französischen Schreiben an Herrn Ingenhouß. Haarlem, 1791; im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. VII. St. 4. S. 46. imgl. Grens Journal der Physik. B. IV. S. 3 u. f.

bracht wird, gebrauchet er nur eine einzige Säule mit einem verlängerten Gesimse, welches zwey kupferne Pfannen hat, durch welche die Axe der Scheibe hindurch gehet, und sich darin drehet. Die Lage der Reibzeuge ist horizontal. Statt der sonst gewöhnlichen Conduktoren gebrauchet der Herr **van Marum** bloß eine Kugel von 9 Zoll im Durchmesser, welche vermittelst einer Kappe auf eine am Fuß der Maschine befestigte Säule gekittet ist. In dieser Kugel befindet sich eine Axe, um welche sich ein metallener Bogen dreht, welcher an seinen beyden Enden kleine Einsauger besitzet. Auf der andern Seite der Scheibe befindet sich ein ähnlicher Bogen aus $\frac{1}{2}$ Zoll dickem Messingdrahte, welcher auch an den Enden mit kleinen Einsaugern versehen ist, und welchen man um das Ende des Gesimses, worauf die Axe ruht, so drehen kann, daß die Einsauger an die hintern Theile der Reibzeuge kommen. Der erstere von diesen beyden Bogen ist beständig isoliret, und der andere mit dem Erdboden verbunden. Soll nun positiv elektrisiret werden, so wird der erste Bogen vertikal gestellet, daß seine Einsauger an die Glasscheibe kommen, der andere hingegen so, daß seine Einsauger das Reibzeug berühren, und folglich diesem Elektricität aus der Erde zugeführet wird. Soll hingegen negativ elektrisiret werden, so werden die Einsauger des ersten Bogens an das Reibzeug gedrehet, und der andere wird vertikal gestellt; so daß nun die Einsauger desselben die auf der Fläche der Glasscheibe erregte Elektricität aufnehmen, und in die Erde abführen. Die Einsauger macht Herr **van Marum** ohne alle Spitzen in Form von Cylindern mit Halbkugeln begrenzt aus dünnem Messingblech, 6 Zoll lang und $2\frac{1}{2}$ Zoll breit; von der Scheibe dürfen sie bloß um $\frac{1}{8}$ Zoll entfernet seyn.

Der Herr **van Marum** versuchte selbst seine verbesserten Reibzeuge an der großen teylerischen Maschine anzubringen *). Dieß veranlaßte verschiedene Abänderungen. Er

 fand,

*) Seconde lettre de Mr. *van Marum* à M. le Cheval. *Landriani* sur les frottoirs électriques nouvellement appliqués à la Machine de *Teyler* im Journal de physique Fevr. 1791. übers. in Grens Journal der Physik. B. VI. S. 70 u. f.

fand, daß die Reibung der Scheibe an dem Taffet eine so starke Friktion verursachte, daß die Scheibe nicht gedrehet werden konnte. Daher sahe er sich genöthiget, wieder Leder zum Reiben zu gebrauchen, auf welche er das kienmayersche Amalgama strich, und den Taffet so daran befestigte, daß er das geriebene Glas unmittelbar an derjenigen Stelle berührte, wo es das Amalgama verläßt. Das Reibzeug selbst hatte folgende Einrichtung: das Holz selbst ward mit einem äußerst locker gesponnenen, dicken und elastischen Wollengarn belegt, und mit schwedischem Hundsleder überzogen; auf dieses ward das Amalgama mit Schweinefett vermengt vermittelst eines Falzbeines so dünn als möglich bestrichen, und selbst hiervon nahe am Rande des Taffets so viel gebracht, als es hier zur Berührung des Glases nöthig war. Auch auf den Rand des Taffets ward ungefähr in der Breite von einer halben Linie etwas Amalgama sehr dünne gestrichen. Der Taffet selbst wurde durch Schrauben gespannt, die ihn an eine Leiste andruckten, um die Runzeln zu verhüten. Die beyden Reibzeuge eines jeden Paares wurden endlich durch eine einzige Schraube angepreßt, damit der Druck auf beyden Seiten am Glase gleich groß seyn möchte. Diese angebrachten Verbesserungen verschafften, daß die Maschine fünf Mahl mehr Wirkung that, als sie vorher in ihrem besten Zustande im Jahre 1786 gethan hatte. Ein Theil dieser größern Verstärkung schreibt zwar **van Marum** dem kienmayerschen Amalgama zu, den größten Theil aber sucht er doch in der neuen Einrichtung der Reibzeuge. Zuletzt bemerkt er noch, daß der Taffet, wenn er diese verlangte Wirkung leisten soll, folgende Eigenschaften besitzen müsse: 1) daß er durchaus nicht leite, mithin auch keine Feuchtigkeit anziehe, 2) daß an ihm keine Unebenheiten anzutreffen sind, besonders auf der Seite, welche das Glas berühret, 3) daß er nicht harsch sey, damit er das Glas gleichförmig berühre, 4) daß er nicht zu dick sey, damit sich die Falte, womit er an das Reibzeug befestiget ist, nicht zu sehr über das Leder erhebe, 5) daß er auch nicht zu dünn sey, um die Elektricität nicht durch

durch zu lassen. Uebrigens mag er geölt, gefirnißt oder mit Wachs überzogen seyn, so werde er immer gleich gute Dienste leisten. Bey der Vergleichung seiner Maschinen mit der cuthbertsonschen, nairnischen und nicholsonschen in Ansehung der Stärke fand er die seinige weit vorzüglicher, gesteht aber, daß bey den Cylindermaschinen das nairnische Reibzeug am schicklichsten seyn möge.

Herr **Cuthbertson** *) hat vorzüglich auf Veranlassung der verbesserten Reibzeuge des Herrn **van Marum's**, dieselben noch mehr zu verbessern gesucht, und dabey noch verschiedene andere Entdeckungen mitgetheilet, obgleich mancher Tadel gegen des Herrn **van Marum's** Einrichtung völlig ungegründet ist.

Nach verschiedenen angestellten Versuchen hält er sich zu schließen berechtiget

1. daß das Glas durchs Reiben an Einem Küssen die Fähigkeit erhalte, Elektricität aus andern Körpern auf der geriebenen Fläche an sich zu ziehen;

2. daß, obgleich nur eine Seite des Glases gerieben wird, dennoch beyde Seiten der geriebenen Stelle gegenüber negativ werden; nur ist die Elektricität an der Seite, welche kein Küssen hat, in einem geringern Grade erreget, als an der andern Seite, welche mit einem Küssen versehen ist. Hieraus ließe sich nach **Cuthbertson** auch die Ursache herleiten, warum Cylinder weniger als Scheiben vermögen;

3. daß die vordere Seite der Küssen (d. i. diejenige Seite, an welche der Taffetlappen fest gemachet ist, und welche die Scheibe im Umdrehen verläßt) keine geringere Reibung verursachen müsse, als die hintere Seite (d. i. diejenige Seite, an welcher kein Taffet sich befindet, und welche die Scheibe im Herumdrehen zuerst angreift);

*) Abhandlung von der Elektricität, nebst einer genauen Beschreibung der dahin gehörigen Werkzeuge und Versuche. Dritte Fortsetzung, aus dem Holländ. übersetzt mit einigen Zusätzen, Leipzig, 1796. 8.

4. daß die Küssen eine sehr gleichförmige ebene Oberfläche haben müssen;

5. daß die Taffetlappen eben so genau an das Glas schließen müssen, als die Küssen selbst.

Aus allen diesen ist überhaupt einzusehen, daß der Nutzen der Küssen hauptsächlich darin besteht, dem Glase die Eigenschaft zu geben, die Elektricität aus andern anzuziehen. Der Nutzen der Taffetlappen besteht nach **Cuthbertsons** Meinung darin, durch ihre Reibung zu bewirken, daß das Glas diese Eigenschaft behält, und durch dieses Mittel die von den Küssen empfangene Elektricität an die Stelle des Glases hinführet, vor welcher der erste Leiter stehet, wo nämlich die Reibung aufhöret, und die Elektricität mit einer Kraft nach dem ersten Leiter abgetrieben wird, welche mit der Menge der erregten Elektricität im Verhältnisse steht. Hiernach hat Herr **Cuthbertson** seine Küssen folgender Maßen eingerichtet. Das Gestelle des Küssens (fig. 9.) besteht aus zwey Seitenbretern a c und b d ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll dick, welche in das obere viereckige Stück Holz a b mittelst eines Schwalbenschwanzes gehörig befestiget sind. Zwischen diesen beyden Seitenbretern werden die Küssen fest gemacht. e ist eine Schraube, um das Küssengestell zu richten und zu machen, daß die Küssen eine gehörige starke Reibung ausüben. Diese Schraube geht durch das Seitenstück b d und wird in dem andern entgegengesetzten Seitenstücke a c eingeschraubet. Da es aber etwas beschwerlich seyn dürfte, so wohl diese als auch die Mutterschraube, welche die untersten Küssen fest hält, mit den Fingern umzudrehen, so dienet zu dieser Absicht ein eigenes Instrument, welches wie ein Nagel gebildet ist, statt des Knopfs aber einen Ring besitzet. Die Spitze dieses Instrumentes wird durch eines der Löcher, welche durch die Schraubenköpfe gebohret sind, gesteckt, wodurch man die Schrauben mit leichter Mühe auf- und zuschrauben kann, so wie es nöthig ist. f ist eine lange Schraube, welche durch den obern Theil des Gestelles geht, und dasselbe an den obern Theil des Gestelles der Elektrisirmaschine zu befestigen dienet. Die

Gestelle

Gestelle der untern Küssen sind ganz auf die nämliche Art gemacht; sie können aber nicht eben so fest gemacht werden. Daher ist das untere viereckige Bret (fig. 10.) a mit einer Aushöhlung b versehen, welche eine Schraube faßt, die in das Fußstück der Maschine fest eingesetzet ist, und welche vermittelst einer Mutterschraube unterhalb des Fußstückes des Maschinengestelles fest angezogen werden kann. An dem Ende der Aushöhlung b ist noch ins Kreuz eine Höhlung gemacht, so daß das Küssengestelle also gestellet werden kann, daß die Küssen die Scheibe gleichförmig drücken.

Der Rücken des Küssens besteht aus einem länglich viereckigen Stücke Holz ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll dick; Breite und Länge müssen sich nach der Größe der Glasscheiben richten. Herr **Cuthbertson** hat gefunden, daß bey seiner Einrichtung der Maschinen zu Scheiben von 32 Zoll im Durchmesser die beste Länge der Küssen ungefähr 7 Zoll betragen. Dieses Stück Holz besitzet zwey messingene Stifte (fig. 11.) e e, welche in eben so viele durch das Gestell gebohrte Löcher gesteckt werden, und verhindern, daß die Küssen nicht aus ihrer senkrechten Stellung weichen können, wenn die Scheiben umgedrehet werden; d a ist ein quer übergehendes Stück Messing, welches genau in der Mitte des Holzes befestiget, an der Hinterseite rund gefeilet ist, und an das eine Seitenbret (fig. 9.) a c vermittelst zwey Schrauben fest gemacht wird. Die Küssen sind mit rothem Leder überzogen, mit grobem wollenen Tuche ausgefüllt, und hernach gepreßt, bis die Oberfläche vollkommen platt geworden ist; hierauf wird der Taffet, so wie es die fig. 12. vorstellt, an das Küssen angenehet.

Die Einrichtung der einen in dieser Schrift beschriebenen Elektrisirmaschiene ist in verschiedenen Stücken von der in seiner zweyten Schrift angeführten verändert worden. Die Empfangstücke, welche zwischen die Scheiben zu stehen kommen, sind so eingerichtet, daß man sie aufwärts drehen und in eine vertikale Richtung bringen kann, bis der erste Leiter an seine Stelle gesetzet ist; alsdann aber müssen die

Empfang-

Empfangstücke wieder zurückgedrehet und in eine horizontale Lage zwischen die Scheiben gebracht werden. Um negativ zu elektrisiren, wird die ganze Maschine auf einen isolirenden Schemel gesetzet. Uebrigens hat die Maschine zwey Scheiben, jede von 18 Zoll im Durchmesser.

Eine andere Elektrisirmaschine ist auch von **Cuthbertson** beschrieben, welche so wohl positive als negative Elektricität hervorbringt, ohne daß es nöthig ist, die ganze Maschine zu isoliren. Sie unterscheidet sich von den gewöhnlichen Elektrisirmaschinen bloß darin, daß auf den hölzernen Säulen, worin die Axe der Scheibe liegt, zwey gläserne Träger fest gemacht sind, worauf die Kappe der Maschine ruhet; mitten auf derselben befindet sich ein messingener Knopf, welcher horizontal umgedrehet werden kann; in der Mitte ist er mit einem Loche versehen, durch welches man einen Messingdraht stecken kann. Dieser Draht dienet statt eines negativen Leiters. Der positive Leiter und alle übrige Stücke bleiben eben so wie bey andern Scheibenmaschinen.

Herr **Reiser** [α]), in Mühlhausen im Sundgau, hat sich ebenfalls bemühet, die Scheibenmaschinen zu verbessern. Er legt hierbey die Scheibenmaschinen des Herrn **Sigaud de la Fond** zum Grunde. Noch genauer und ausführlicher ist die Maschine des **de la Fond** vom Herrn Professor **Wildt** [β]) in Colmar in vielen wesentlichen Stücken verändert worden. Die vorzüglichsten Verbesserungen, welche Herr **Wildt** mit Hülfe des Künstlers Herrn **Calame** dabey angebracht hat, bestehen in einer bessern Fassung der Scheiben, wodurch das Zerspringen derselben verhütet werden soll, und der Anwendung der neuesten Entdeckungen über die Reibzeuge.

Die Küssen (fig. 13.) des Reibzeuges b b b b werden von messingenen schlangenförmig gewundenen Federn an die Scheibe

α) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. VII. St. 3. S. 72.
β) Ebendaselbst. B. VII. St. 4. S. 77. u. f.

Scheibe a a mit gleicher Stärke angedruckt. g h sind dünne Breter, zwischen welchen und zwischen den Küssen die Federn sich befinden. Diese Breter werden, wenn es nöthig ist, durch Hülfe der Schraube e der Scheibe näher gedruckt, so daß die schlangenförmigen Federn mehr gespannt werden, und eben dadurch wird der Druck auf allen Seiten gleich stark. Mittelst der Schrauben d d d d werden die Stücke m n höher oder niedriger befestiget. Die Schraube e ist in ihrer ganzen Länge durchbohrt, und eine seidene Schnur e f durchgezogen, wodurch das Reibzeug in einer gewissen Entfernung von der Glasscheibe erhalten werden kann. Der Rücken des Reibzeuges selbst wird mit einem feinen Tuche überzogen, mit dem isolirenden Flügel von Wachstaffet, welcher nach Angabe des Herrn von **Kienmayer** *) bey den Scheibenmaschinen die Stelle des bey den Cylindermaschinen angebrachten seidenen Lappens vertritt, und mit dem amalgamirten Stück versehen. Dieses amalgamirte Stück als Reibtheil des Reibzeuges, ist gefirnißter Taffet mit Amalgama beleget, und schlingt sich um das Ende des isolirenden Flügels von Wachstaffet 4 bis 5 Linien weit herum, damit dasselbe den Rücken des Reibzeuges berühre, wohin die metallische Leitung von der feuchten Erde geführet ist. Die beyden Stücke, der reibende Theil und der isolirende Flügel, sind mit 4 Schrauben an den Rücken des Reibzeuges befestiget. Die fig. 14. stellt das Reibzeug mit dem isolirenden Flügel von hinten betrachtet vor. Um aber den isolirenden Flügel ausgespannt zu erhalten, hat Herr **Wilde** folgende Vorrichtung angebracht: an dem obern hakenförmigen Theile c des Rückens ist ein hölzerner Bogen a e f befestiget, welcher in der erweiterten Fläche der Glasscheibe liegt, und mit ihrem Umkreise concentrisch ist. Damit aber dieser Bogen die Elektricität nicht leite, so ist er in Oel gesotten und überfirnißt. Wegen seiner Größe und weil dünnes Holz sich leicht verwirft, ist er aus zwey Stücken zusammengesezet. An diesem Bogen ist der Taffet mit zwey

*) Journal de physique. Août 1788.

zwey beweglichen Haken gg von Messing mittelst daran befindlicher Schrauben befestiget. Nach der Erfahrung des Herrn **van Marum** ist die Wirkung am stärksten, wenn der reibende Theil des Glases, so bald er das Amalgama verläßt, sogleich in Berührung mit dem überall anliegenden Flügel kömmt. Alsdann ist aber auch der Widerstand, wie schon angezeiget worden, außerordentlich groß. Um nun diesen Widerstand so viel als möglich zu vermindern, ohne die Elektricität beträchtlich zu schwächen, so räth Herr **Wildt** an, das reibende Stück Taffet auf den Flügel zu legen, und wenn dieß noch nicht hinreichend sey, dieß reibende Stück nach innen gegen das Glas zu etwas am Ende umzubeugen, oder auch ein kleines Stück Taffet oder feines Tuch unterzulegen, wodurch dieser reibende Theil weiter vom Flügel abzustehen kömmt, mithin die Unterbrechung größer und mit ihr der Widerstand kleiner wird. Es komme hierbey nur darauf an, daß der isolirende seidene Lappen bis zu den Spitzen des Einsaugers reiche; denn im entgegengesetzten Falle werde sehr viele elektrische Materie, noch ehe sie zu den Spitzen komme, zerstreuet, und wenn das Reibzeug noch so gut wäre.

In Ansehung des Amalgama bemerkt Herr **Wildt**, daß es mit Schweinefett auf Leder getragen nicht fest genug halte, und daß zu vieles Fett der Wirkung ungemein schade. Er hat daher den Gebrauch der Cacaobutter versucht, welche etwas fester als Schweinefett ist, mithin das Amalgama auf dem Leder fester hält, und nicht so bald zähe wird; allein auch diese verursachte ihn auf einer andern Seite Schwierigkeiten, indem sich Theilchen, welche vom Amalgama losrissen, so fest ans Glas legten, daß er Mühe hatte, selbiges davon zu reinigen. Er wählte daher lieber statt des Leders ein Stück gefirnißten Taffet, so wie es der Herr **van Marum** angegeben hat. Nur bemerkt er hierbey, daß er bey einem Versuche, das Amalgama vermittelst einer Bleyauflösung in Baumöl, welches vorher aller seiner Feuchtigkeiten beraubet worden, auf eine dauerhaftere Art zu fixiren,

fixiren, nach einigen Tagen auf dem reibenden Theile Quecksilberkügelchen gefunden habe, welche er vorher nicht bemerkt hatte; es schien ihm daher eine Zersetzung vorzugehen.

Was die Fassung der Glasscheibe betrifft, um dadurch das Zerspringen derselben zu verhüten, so gibt Herr **Wilde** folgende Einrichtung an: auf die Scheibe sind hölzerne Schüsseln r r r r mit Gummilack und etwas Terpentin in Weingeist aufgelöset, aufgekittet, welche, wie die Scheibe selbst, in ihrer Mitte eine runde Oeffnung haben, so groß, daß die mit einem weichen Leder umwickelte metallene Axe dadurch passe. In den Höhlen dieser Schüsseln befinden sich zwey Messingplatten, wovon die eine auf der einen Seite des Glases an die Axe fest angelöthet, die andere aber auf der andern Seite des Glases beweglich ist, welche jedoch durch Stellschrauben auf die Axe festgeschraubet werden kann. Eine jede von diesen beyden Messingplatten trägt sechs Schrauben, welche einander gerade gegenüber stehen. Die hölzernen Schüsseln werden durch hölzerne Deckel, welche genau auf jene passen, geschlossen. Diese Deckel verhindern zugleich, daß die elektrische Materie sich auf die metallenen Platten werfe. Die Schüsseln mit ihren Deckeln sind von dürrem Birnbaumholz, anfänglich nur grob gedrehet, hernach zwey Mahl im Backofen getrocknet, noch ganz warm mit siedendem Leinöle eine ganze Stunde lang gekocht, aus dem noch siedenden Oele herausgenommen, nachher in die erforderliche Form fein gedrehet, und sogleich mit einer Gummilackauflösung drey Mahl überfirnißt, bis ihre Oberflächen schön abgerundet und spiegelglatt sind.

Die metallene Axe der Glasscheibe ist aus zwey Stükken zusammengesetzet. An dem Ende des einen Stückes ist eine oblonge Oeffnung gemacht, in welche ein eisernes Plättchen an dem Ende des andern Stückes nicht ganz genau, sondern nur so paßt, daß ein kleiner Spielraum bleibt. Diese Vorrichtung leistet vorzüglich den Nutzen, daß wenn etwa an der Kurbel schief gedrehet werden sollte, welches doch nicht allemahl vermieden werden kann, dieses keinen

nachtheili-

nachtheiligen Einfluß auf die Lage der Glasscheibe habe. Die Axe selbst ist in das Holz (fig. 13.) q y durch den messingenen Ring q o gefaßt, und wird mit der Scheibe und der Fassung durch eine Kurbel in Umlauf gebracht.

Der erste Leiter ist ein runder, hohler, metallener Cylinder, welcher an beyden Seiten in Kugeln ausgehet. Aus der einen Kugel gehen zwey gebogene Arme heraus, an deren Enden sich die Einsauger befinden. Die gewöhnlichen Schalen, in welchen sonst die Spitzen zu stecken pflegen, sind als schädlich verworfen worden; an deren Stelle werden länglich runde Hölzer, welche in Leinöl gekocht und überfirnißt sind, gesetzet, welche die Spitzen tragen, die durch eine metallene Zwinge mit dem Leiter in Gemeinschaft sind. In der andern Kugel des Leiters befindet sich eine Oeffnung, durch welche eine kleinere Kugel an einer Stange in den Leiter hinein und herausgeschoben werden kann. Der ganze Leiter ruht auf zwey hölzernen Pfeilern von Kirschbaumholz, welche im Backofen gedörret und 5 Stunden lang in Leinöl gekocht und überfirnißt sind. Sie sind in hölzerne ebenfalls in Oel gekochte Kapseln gekittet.

Unter dem Fußgestelle befinden sich an beyden entgegengesetzten Enden wie bey x herabhängende Drähte. Der Draht x bewirket eine Leitung durch den dicken Draht l nach dem Ringe k. Bey i i befinden sich dünnere Drähte, welche mit dem Reibzeuge in einer Verbindung stehen, wodurch die dem Küssen aus der Erde zuführende Elektricität erhellet. Der andere zur Erde herabhängende Draht dient die Erde mit dem ersten Leiter in eine leitende Verbindung zu bringen, in welcher Absicht von dem Fußbrete an bis zum Leiter noch ein dünner Draht angebracht wird.

Die Wirkung dieser Maschine ist nicht unbeträchtlich. Obgleich die Scheibe im Durchmesser nur 24 pariser Zoll ist, so gibt sie doch bey mittelmäßig günstiger Wirkung 6 Zoll lange, und bey ganz günstiger 8 Zoll lange Funken. Beym größten Regenwetter entstanden doch allezeit 3 bis 4 Zoll lange Funken. Die größten Funken, welche Herr Wilde

aus dem ersten Leiter ziehen konnte, waren 9 Zoll 4 Linien lang. Die größte Wirkung fand er an einem Tage im März des Jahres 1790. Abends bey heiterer Witterung entlud sich mehrmahl eine cylindrische Flasche von 1 Quadratfuß Belegung mit $1\frac{1}{8}$ Umdrehung. Die Kugeln, zwischen welchen der Funke durchging, hatten $22\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser, und waren $\frac{1}{2}$ engl. Zoll von einander entfernet. Eine kleine Batterie von 18 Quadratfuß Belegung schlug vermittelst des allgemeinen Ausladers durch ein 4 Linien dickes Stück Tannenholz, durch 28 Spielkarten, durch ein ganzes Buch weißes Schreibpappier. Jede Ladung ward so weit getrieben, daß die Batterie geneigt war, sich selbst zu entladen (welches gewöhnlich in einer Distanz von $\frac{1}{2}$ engl. Zoll erfolget), und erforderte 28 bis 30 Umdrehungen. Die Flaschen stehen aber hierbey in einem sehr verschiedenen Verhältnisse, und einige Flaschen erforderten sogar $1\frac{1}{2}$ bis 2 Mahl so viele Umdrehungen als andere, welche ihnen an Belegung doch beynahe gleich sind. Im April 1791 schmolz eine Batterie von 34 Quadratfuß Belegung bey 115 Umdrehungen 30 Zoll Eisendraht von Nr. 12 in glühende Kügelchen, welche auf dem Tische und dem Fußboden tanzten. Am andern Tage darauf, so wie auch im May, schmolz ein solcher Draht mit 36 und 37 Quadratfuß Belegung und 87 Umdrehungen auf gleiche Art. Von ausnehmend feinem Silberdraht ging ein Stück von 12 Fuß lang ganz im Rauch auf. Was die negative Elektricität betrifft, so kömmt sie an Stärke der positiven nicht bey, ob sie gleich an sich beträchtlich genug ist.

Elektrisirmaschinen von andern Materien.

Es war schon genugsam bekannt, daß im Backofen gedörrtes Holz als Nichtleiter sich zeigte, und dieserwegen auch zum Isoliren gebraucht wurde. Es kam daher auch der

Herr Professor **Pickel** [α]) in Würzburg auf den Gedanken, statt des Glases zum elektrischen Körper Breter von gedörrtem Holze zu nehmen. Er brachte auch diesen seinen Gedanken bey erwünschtem Erfolg in Ausübung.

Herr **Kohlreif** [β]) in Petersburg gebrauchet bey seiner Glasscheibenmaschine hölzerne Scheiben, wenn er negative Elektricität erhalten will. Man verfertiget sie aus wenig harzigem Holze, und durchbort sie mit vielen kleinen Löchern, damit die von den hintern Reibern erregte Elektricität sogleich zu den Auffangsspitzen des Conduktors komme, welches sonst nicht erfolgen würde, weil das Holz die elektrische Materie nicht so leicht über seine Oberfläche gehen läßt, als das Glas. Hierauf wird die Scheibe geglättet, und über einem starken Kohlenfeuer geröstet, nicht aber gebrannt. Die Reiber hierzu sind kurzhaariges Rauchwerk, als z. B. Maulwurfsfell u. d. g. Die seidene Einfassung, welche Herr **Kohlreif** den Küssen zur positiven Elektricität gibt, scheint ihm hier überflüssig zu seyn. Gleich nach dem Rösten wird die Scheibe, welche sich gewöhnlich etwas zu krümmen pfleget, zwischen weiches Pappier gelegt, und mit Gewichten beschweret.

Herr **van Marum** [γ]) schlug statt des Glases eine Scheibe von Gummilack vor, deren unterer Theil in ein Gefäß von Quecksilber reiche, und sich beym Umlaufen an selbigem reibe. Dieser Vorschlag hat aber weiter keinen Beyfall gefunden.

Herr **Ingenhouß** [δ]) rieth schon im Jahre 1772. wegen der Zerbrechlichkeit und Kostbarkeit großer Glasscheiben runde mit Copal- oder Bernsteinfirniß überzogene Pappendeckel zu gebrauchen. Dergleichen Pappenscheiben rieben sich

α) Experim. phys. med. de electricitate. Wirceb. 1778. 8.

β) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Phys. und Naturgesch. B. I. St. 3. S. 104.

γ) Abhandlung über das Elektrisiren aus d. Holl. übers. von Möller. Gotha 1777.

δ) Vermischte Schriften von Molitor. Wien 1784. gr. 8. B. I. Seite 181.

sich an zwischenliegenden mit Flanell und Hasenbalge überzogenen Bretern. Dadurch erhielt er eine Elektricität von 5 Zoll langen Funken. In einem kühlen Zimmer aber zog die Pappe so viele Feuchtigkeit an, daß sie alle elektrische Kraft verlor.

Zum bequemen Gebrauche im Kleinen beschreibt er eine von ihm im Jahre 1780. erfundene Maschine, welche wenigen Beschädigungen ausgesetzet ist, und an der Wand aufgehangen werden kann. Der elektrische Körper ist ein starkes 8 bis 9 Zoll breites und 2½ bis 3 Fuß langes Stück Seidenzeug, welches mit einem Firniß oder einer im Weingeist gemachten Siegellackauflösung überzogen ist, und zwischen einer doppelten Kupferplatte, die mit Hirschhaut oder Katzenbalg überzogen ist, gerieben wird. Diese Kupferplatte ist durch Glasstangen mit zwey messingenen Stäben verbunden, welche einen Spalt zwischen sich lassen, durch welchen das Seidenzeug gleich nach der Reibung durchgeht. Es nehmen also diese Stangen die Elektricität an, und dienen als erste Leiter. Zum Anspannen befinden sich am obern und untern Ende des Seidenzeuges Leisten mit hölzernen Kugeln, durch welche seidene Bänder gezogen werden, woran man das Ganze oben an einen Nagel hängen, und unten mit der Hand spannen kann. Mit der andern Hand wird eine cylindrisch gestaltete Verstärkungsflasche so gestellet, daß ihre äußere Belegung die reibenden Platten, und ihre obere mit der innern Seite verbundene Haube die zum Leiter dienenden Stangen mittelst angebrachter Stifte fest hält. Mit dieser Flasche wird auf- und abgefahren, und zugleich das Reibzeug und der Leiter mit sich genommen, wodurch die Elektricität erregt und die Flasche geladen wird, welcher der Erfinder zugleich die Einrichtung gegeben hat, daß in ihr alles zum Lichtanzünden nöthige aufbewahret werden kann.

Unter dem Nahmen einer elektrischen Taschenmaschine gibt er auch eine 6 Zoll lange und 3 Linien dicke an dem einen Ende verschlossene und von innen und außen mit Zinnblatt belegte Glasröhre an, an deren offenem Ende eine

 messin-

messingene Kugel mit Siegellack befestiget wird, welche mit der innern Belegung verbunden ist. An der Oeffnung wird von außen ein halber Zoll unbelegt gelassen, und mit Siegellack überzogen. Hält man diese Röhre zwischen den Fingern und reibt zugleich zwischen dem Daumen und Zeigefinger, über welche man lederne mit Katzenbalg überzogene Handschuhfinger zieht, ein seidenes mit Siegellackauflösung getränktes Band, an welches die messingene Kugel angedruckt wird, so ist in einer kurzen Zeit die Röhre geladen.

Herr Legationsrath **Lichtenberg** *) in Gotha hat im Jahre 1781. eine Maschine angegeben, welche höchst einfach und wohlfeil ist, und dennoch an Stärke die gewöhnlichen Maschinen übertrifft, weil man sie durch Erwärmung sehr leicht vor den schädlichen Wirkungen der Feuchtigkeit schützen kann. Seine Beschreibung ist folgende:

Das vorzüglichste Stück an dieser Maschine, wodurch sie sich auch allein von andern unterscheidet, ist die mit schwarzem, glatten, wollenen Zeuge überspannte Trommel (fig. 15.) aaaa, deren Gerippe fig. 15. vorgestellt ist. Die an beyden Enden des Gerippes befindlichen hölzernen Scheiben mm sind an den innern Seiten mit Streben versehen, damit sie sich nicht einwärts beugen, und der Spannung des Zeugs nachtheilig werden können. Die Trommel kann auch mit seidenem Zeuge, Glanzleinwand oder mit Papier überspannt werden. Ueberspannt man sie mit einem Zeuge oder Leinwand, so ist nöthig, diese Dinge bloß mit Stiften zu befestigen, damit man sie im Fall der Noth wieder von neuem anspannen kann.

Die beyden Axen der Trommel (fig. 15.) bb gehen, wenn das Gestelle aus einander genommen werden kann, durch dessen Seiten durch. Ist das Gestell fest zusammengefügt, so kann sich auch die Trommel hinter vorgeschraubten eisernen Platten bewegen.

Der

*) Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. I. St. 1. S. 83.

Der Reiber d d ist ein mit lang haarigtem Katzenfelle überzogenes Küssen, das an einer starken Glasröhre, oder in deren Ermangelung an einen Stab von gebackenem und mit Firniß überzogenem Holze befestiget ist. Die Röhre oder der Stab geht durch den obern Theil des Gestelles durch, wo eine Schraube f befindlich ist, sie in der gehörigen Stellung fest zu halten. Von dem Küssen geht mitten durch die Röhre oder den Stab ein starker metallener Draht bis zu der oben befindlichen metallenen Kugel g. Diese Zurichtung dient dazu, das Küssen zu isoliren, und dadurch die entgegengesetzte Elektricität zu erlangen.

An der vordern Seite des Küssens gegen den Zuleiter hin ist ein Streif Wachstaffet h befestiget, welcher über einen Theil der Trommel hinreicht, um das Ausströmen der elektrischen Materie nach den entgegengesetzt elektrischen Theilen der Trommel zu verhindern.

In einiger Entfernung unter der Trommel ist auf dem Gestelle ein Bretchen befestiget, auf welches ein Kohlbecken i gestellet werden kann, um der Trommel im Sommer die nöthige Wärme und Trockenheit zu geben. Die Kohlen müssen entweder mit Asche bedecket seyn, oder man legt ein eisernes Blech über das Kohlenbecken, damit die Trommel durch zu starke Hitze keinen Schaden leide. Im Winter fällt dieser Zusatz weg, weil zu der stärksten Wirkung schon hinreichend ist, die Maschine in die Nähe eines Ofens oder Camins zu bringen.

Die Kette k an dem Halse der Kugel dienet so wohl die elektrische Materie abzuleiten, da das Küssen isoliret ist, oder, wenn sie mit einem isolirten Körper verbunden wird, die entgegengesetzte Elektricität zu erhalten.

Der metallene Conduktor (fig. 17.) ist mit dem Zuleiter o verbunden, und steht auf einer starken gläsernen Röhre p. Die Kette l ist nöthig, die Elektricität weiter zu führen, oder wenn ein Conduktor mit dem Küssen verbunden ist, die elektrische Materie zu zuleiten.

Walkiers de St. Amand [a]) hat eine Elektrisirmaschine angegeben, welche aus zwey hölzernen Cylindern von 2 Fuß Durchmesser, und 6 Fuß Länge bestehet, welche in 2 7 bis 8 Fuß von einander entfernten Gestellen durch Kurbeln von 8 bis 10 Zoll in Umlauf gebracht werden. Um die beyden Cylinder ist Taffet, welcher übersirnißt und an beyden Enden zusammen genähet ist, gezogen und mäßig gespannt. Werden diese beyden Cylinder mit den Kurbeln gedrehet, so wird der Taffet zugleich mit gedrehet, und bewegt sich nach und nach über alle Punkte der Cylinder. Das Reibzeug besteht aus Cylindern von 7 Fuß Länge und 2 Zoll im Durchmesser, welche mit Katzenfell überzogen sind. Sie werden durch Schrauben an den Taffet gedruckt, und berühren ihn immer nur in einer Linie. Mitten durch den leeren Zwischenraum zwischen beyden Taffetflächen geht der Conduktor, welcher 6 bis 7 Zoll im Durchmesser hat, über die Ränder des Taffets an beyden Seiten auf eine ziemliche Strecke hervorgehet und in seidenen Schnüren vom Gestelle herabhänget. An den Stellen zwischen den Taffetflächen besitzet er Spitzen, welche die erregte Elektricität aufnehmen. Diejenigen, welche diese Maschine drehen, stehen auf dem Gestelle, und geben dadurch der Maschine selbst einen sichern Stand.

Die Wirkung dieser Maschine war außerordentlich stark. Sie gab mit einer großen Kugel Funken von 17 Zoll und darüber. Eine große Verstärkungsflasche ward gleich in den ersten Augenblicken von der Gewalt der Elektricität zerschmettert.

Auch hat man in neuern Zeiten zu dem elektrischen Körper an der Maschine metallene Scheiben gebrauchet, die sich an Katzenfell reiben, und eine nicht unbeträchtliche Wirkung hervorbringen [b]).

Herr

[a]) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. II. St. 1. S. 18.

[b]) Joh. Conr. Gütle Beschreibung verschiedener Elektrisirmaschinen. Leipz. u. Nürnb. 1790. 8. S. 117 f.

Herr **Bohnenberger** *) hat außer den mehreren neuern Maschinen auch einige von seiner eigenen Erfindung angegeben, welche hier zu beschreiben zu weitläuftig seyn würde.

Herr **Mundt** [β]) in Halle wurde durch die kleine ingenhoußische Maschine auf die Erfindung einer kleinen Maschine geleitet, welche wegen ihres sehr wohlfeilen Preises und der nicht unbeträchtlichen Wirkung verdienet noch beschrieben zu werden.

Das Reibzeug (fig. 18.) a besteht aus zwey Bretern, 3 Zoll breit, ½ Zoll dick und 3 Fuß lang, überall glatt abgerundet, auf beyden Seiten mit Stanniol und auf der innern Seite mit Kaninchenfell oder besser mit schwarzem Katzenbalge überzogen. Durch die beyden Schrauben ii, von trocknem Holze und mit Wachs polirt, können sie näher zusammengebracht werden.

Die Zuleiter dbc bestehen aus zwey starken eisernen Drähten, sind um die hölzernen Kugeln b, c befestiget, und können an ihren Enden bey d zusammengehakt werden. Von den hölzernen Kugeln b, c ist eine in fig. 19. von zwey Seiten vorgestellt. In der Rinne b werden die Ringe der Zuleiter bey fig. 18. b und c befestiget.

Der elektrische Körper (fig. 18.) efgh ist schwarzer Tamys oder ein anderes glattes, wollenes Zeug 5 Fuß lang. Die Enden sind an ½ Zoll dicken Stäben ef, hg befestiget.

Diese Hauptttheile werden auf folgende Art verbunden.

Am Balken der Stube ruhet auf zwey Wandhaken ein hölzerner Stab lm. Auf dem Fußboden und gerade unter lm und damit parallel liegt ein ähnlicher Stab no, welcher durch zwey Holzschrauben in die Dielen befestiget werden kann. Die Zuleiter und das Reibzeug sind an diesen beyden Stäben vermittelst starker Schnüren von Wolle oder Hanf, welche man in Oel oder noch besser in Wachs gekochet hat, befestiget. Diese Schnüren werden, wenn das Reibzeug a

 hori-

*) Beschreibung einiger Elektrisirmaschinen und elektrischer Versuche. Stuttg. 1783. 1te bis 6te Fortsetzung 1791.

[β]) Grens Journal der Physik. B. VII. S. 319 u. f.

horizontal und zwischen l m und n o in der Mitte ist, an Haken der beyden Stäbe l m und n o befestiget. Die Zuleiter werden mit ihren Enden b d verbunden, und durch abgerundete Korkpfropfe, welche man neben den Schnüren in die mittleren Löcher der Kugeln b, c steckt, 4 bis 5 Zoll weit vom Reibzeuge befestiget. Darauf wird der Stab e f mit dem Zeuge zwischen den Drähten des untern Zuleiters, den Platten des Reibzeuges und den Drähten des obern Zuleiters hindurchgezogen. Bey e, f befestiget man zwey wollene Schnüre, führt die eine über die Rolle des Stabes l m durch die Zuleiter und das Reibzeug über eine Rolle in dem untern Stabe n o nach h hin; die andere über die andere Rolle in l m ebenfalls durch die Zuleiter und das Reibzeug über die andere Rolle in n o nach g hin; ziehet sie beyde an, und knüpft sie an h, g. Dadurch wird das Zeug gespannt, und läßt sich leicht auf- und niederziehen, ohne seine Richtung zu ändern. Um das Auf- und Niederziehen bequemer und gewisser zu machen, ist bey p und q an e f das Stück Schnur p r q, und in der Mitte desselben von e und f gleich weit entfernet ein anderes gebunden; eben so an h g. Jenes ist über die Rolle s, dieses aber über die Rolle t geführet, und beyde sind in u an einen Handgriff geknüpfet.

Diesen Handgriff kann man leicht mit einer Hand auf- und niederziehen, und eben dadurch wird das Zeug e f g h am Katzenfell des Reibzeuges auf beyden Seiten hin und her gerieben. Die Rollen bey s und t können sich rechts und links umdrehen, so daß ihre Flächen die Fläche des Zeuges unter allen nur möglichen Winkeln schneiden können, damit man beym Zeuge seine Stelle ändern kann.

Bringt man nun die Platten des Reibzeuges vermittelst der Schrauben i i gehörig an einander, hängt an d eine Kette, und bringt dadurch die Zuleiter mit der Erde in Verbindung, und ziehet u auf und nieder, so kann man aus dem Reibzeuge unmittelbar 3 Zoll lange Funken ziehen, welche sehr schnell auf einander folgen. Noch länger werden

den die Funken, wenn man mit der einen Hand die Zuleiter in b d b anfasset, und mit den andern sich dem Reibzeuge nähert. Das Hinströmen des elektrischen Feuers aus den Zuleitern in das Zeug gibt im Dunkeln den schönsten Anblick. Das Reibzeug a thut zugleich die Dienste eines Conduktors. Man kann indes eine Kette an w hängen, dadurch einen andern isolirten Conduktor mit dem Reibzeuge verbinden, und so ein sehr starkes + E hervorbringen. Soll er — E erhalten, so verbindet man ihn mit d, und bringt nun das Reibzeug a mit der Erde in Verbindung. So hat man + E und — E bequem bey der Hand.

Die Schnüre können übrigens kürzer und länger verbunden werden, und folglich kann diese Maschine in jeder Stube, wo sich nur l m und n o befestigen läßt, angebracht werden. Hat man sie genug gebraucht, so hakt man die Zuleiter bey d aus einander, schraubet n o los, und rollt sie um n o auf.

Zum Beschluß dieses Artikels füge ich noch einige Bemerkungen in Ansehung des Reibzeuges der Cylindermaschinen bey, welche mir der Herr Mechanikus **Voigt** allhier mitgetheilet hat:

Die außerordentliche Wirkung der Scheibenmaschinen hat hauptsächlich ihren Grund darin, daß eine völlige und beständige Berührung der Reibfläche an dem Reibzeuge Statt findet, wodurch die größt mögliche Erregung der Elektricität immer gleichförmig erhalten wird. Um nun dieses auch bey den Walzenmaschinen anzubringen, und vorzüglich zum Gebrauch der medicinischen Elektricität mit kleinen Glascylindern eine große Wirkung hervorzubringen, fanden sich in der Ausführung hierbey folgende Hindernisse:

1. wenn ein Cylinder in der Fassung auch so genau als möglich centrirt war, oder wenn er so gut als möglich centrirt werden sollte, so fand sich, daß dieß unmöglich war, indem die Peripherie desselben selten einen vollkommenen Kreis bildet; man findet meistens an der Stelle, wo er im Kühlofen gelegen hat, eine platte Fläche. Dergleichen Cylinder

lassen sich daher nicht auf einen hohen Grad der Vollkommenheit bringen.

2. Wenn dieß nicht der Fall war, so trat ein anderer widriger Umstand ein, nämlich nicht alle Kreisbögen der Peripherie hatten einerley Durchmesser.

Diese Umstände hatten folgende nachtheilige Einflüsse auf das Reibzeug.

a. Im ersten Falle konnte das Reibzeug gar nicht nach dem Cylinder geformt werden, weil die Walzenfläche desselben im eigentlichen Verstande keine war, sondern die Durchschnittsbogen waren irregulär und elliptisch, das Reibzeug paßte daher an dem Cylinder zuweilen nicht.

b. Im zweyten Falle konnte das Reibzeug eben so wenig dieses Postulat erfüllen; denn wie wäre es möglich, eine solche Fläche nach der äußern des Cylinders auszuarbeiten.

Beyde fehlerhafte Umstände fanden sich oft an einer Walze vereinigt, und sobald sie einzeln oder zusammen an einer wahrgenommen werden, so ist dieselbe nicht zur Erregung der größten Wirkung geschickt, und wird zu ganz vollkommenen Cylindermaschinen nicht anwendbar seyn.

Da inzwischen auch die mit großer Sorgfalt gewählten und gefaßten Walzen doch nicht mit mathematischer Schärfe so genannt werden konnten, so ist doch folgendes Reibzeug, welches die Fehler der Walzen größtentheils aufhebet oder sie wenigstens unmerklich macht, am besten gefunden worden:

Die fig. 20. stellt die wesentliche Einrichtung von der Seite betrachtet vor, c c c ist die Walze, auf deren Peripherie das Reibzeug a b liegt. Dieses ist ein plattes Stück Holz an der untern Seite in der Krümme der Walze ausgehöhlt und mit drey oder vierfachen guten Flanell so bedeckt, daß dieser auf keine Weise geniret ist, sondern sich überall nach der Form der Walze biegen kann. An den beyden Seiten dieses Stück Holzes werden ein Paar messingene Hülsen befestiget, durch deren Mitte von oben zwey Stellschrauben (fig. 21.) g, h gehen. Diese Stellschrauben von Messing sind hohl und mit Bley ausgegossen. Durch die Hülsen

e f

ef und ik schieben sich messingene Stangen, welche in eine Kugel auslaufen, an dem andern Ende aber an ein bewegliches Charnier lm und on befestiget sind, so daß das Reibzeug vom Cylinder abgehoben und zurückgeleget werden kann. Dieß Charnier ist bloß in der Vertikalfläche beweglich.

Die messingene Stange mit dem dazu gehörigen Apparat liegt daher durch ihre eigene Schwere auf dem Cylinder und hebt sich, wenn dieser sich hebt; folglich bleibt der Druck immer einerley.

Bey regulär geformten Walzen nimmt der dicke Flanell die Form der Walze durch den Druck am besten an, und es ist kein Druck bekannt, welcher der nicht ganz zu vermeidenden Eccentricität der Walze besser nachgeben könnte, als der der Schwere dieser Metallstange, zumahl da er sich immer gleich bleibt. Hat man nun durch Versuche gefunden, wie groß dieser Druck zur stärksten Erregung der Elektricität seyn müsse, so sind die Bedingungen bestimmt, welche man zur Absicht hatte, und es kann nun der Experimentator die Kraft seiner Maschine immer sich gleich erhalten. Bey den gewöhnlichen Cylindermaschinen ist dieß gewiß nicht ein geringer Fehler, das Reibzeug durch Schrauben, Federn und dergleichen an den Cylinder zu drucken, indem alle diese Vorrichtungen nicht allein einer unvermeidlichen Nachlassung unterworfen sind, sondern auch wegen des steten Andruckens und der ungleich gerundeten Cylinder eine starke Friktion verursachen, welches alles doch, wie bekannt, von einer jeden vollkommenen Maschine auf alle mögliche Art zu entfernen ist. Dagegen besteht der Hauptvortheil, worin dieses Walzenreibzeug alle bisher angegebene Reibzeuge übertrifft, in der genauen Berührung des vordern Randes b mit der Walze. Nur unter dieser Bedingung ist starke Wirkung möglich; denn die Reibgrenze muß zugleich die Grenze des Reibzeuges seyn, wenn die Elektricität nicht zurückgehen soll.

Bey etwas irregulären Cylindern wird die untere Fläche des Reibzeuges, welches von gebogenem Blech geformet wird, mit einem Gypsguß oder mit Pappenteig überzogen, wodurch

wodurch es in die größern und kleinern Kreisbogen der Walzenfläche gepaßt wird, wenn sie merklich seyn sollte.

M. s. **Priestley** Geschichte der Elektricität, durch **Krünitz.** Berlin und Stralsund 1772. gr. 4. S. 346 u. f. **Donndorf** Lehre von der Elektricität. Erf. 1784. II Bände gr. 8. B. I. Cap. 2. S. 26 — 47. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. Leipzig 1797. B. I. S. 124 u. f. B. II. S. 216. **Adams's** Versuch über die Elektricität; a. d. Engl. Leipzig 1785. 8. S. 14 u. f. Versuche und Beobachtungen über die Elektricität von **Will. Nicholson**; in **Grens** Journal der Physik. B. III. S. 49 u. f. **Johann Ingenhouß** vermischte Schriften physisch-medicin. Inhalts übers. von **Molitor.** 2te Aufl. Wien 1784. II Bände gr. 8. B. I. Nro. III. IV. V. Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte an verschiedenen Stellen. **John Cuthbertsons** Abhandlung der dahin gehörigen Werkzeuge und Versuche, aus dem Holländ. Leipzig 1786. 8. Dritte Fortsetzung; ebendaselbst 1796. 8. Auszug aus des Herrn **van Marum** Beschreibung elektrischer Reibzeuge von einer neuen Einrichtung u. s. in **Grens** Journal der Physik. B. II. S. 167. f. Beschreibung einer neuen und einfachen Elektrisirmaschine, aus einem Schreiben des Herrn **van Marum** an Herrn **Ingenhouß.** Haarlem 1791; in **Grens** Journal der Physik. B. IV. S. 3. u. f. Zweytes Schreiben des Herrn **van Marum** an Herrn Chev. **Landriani,** über die neuen an die teylerische Maschine angebrachten elektrischen Reibzeuge; in **Grens** Journal der Physik. B. VI. S. 70 u. f. Beschreibung einer sehr vortheilhaft eingerichteten Elektrisirmaschine in einem Schreiben vom 9. Jan. 1791. von A. **Reiser**; im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. VII. St. 3. S. 73. Weitere Beschreibung dieser Elektrisirmaschine von **M. F. Wildt**; ebendas. St. 4. S. 77 u. f. **Joh. Conr. Gütle** Beschreibung verschiedener Elektrisirmaschinen. Leipzig und Nürnberg 1790. 8. Beschreibung

einer

einer neuen Elektrisirmaschine von Herrn **G. W. Mundt** in Grens Journal der Physik. B. VII. S. 319 f.

Elektrisirung, Elektrisiren (electrisatio, electricitatis excitatio et communicatio, électrisation) heißt die Versetzung der Körper in den Zustand, daß sie elektrische Erscheinungen liefern.

Das Elektrisiren der Körper erfolget entweder durch Erregung der ursprünglichen, oder durch Mittheilung der erregten, oder endlich durch Vertheilung der ursprünglichen Elektricität. Von allen diesen s. m. den Artikel **Elektricität** unter den Abschnitten: **Mittel, die ursprüngliche Elektricität zu erregen, Mittheilung der Elektricität, elektrische Atmosphäre** und **Vertheilung der Elektricität.**

Elektrometer, Elektricitätsmesser (electrometrum, électromètre) ist eine Vorrichtung, die Stärke der Elektricität eines Körpers zu bestimmen, oder auch die elektrischen Erscheinungen in einem gewissen, bestimmten, verstärkten Grade hervorzubringen.

Der Erste, welcher bemerkte, daß Fäden, welche an einer elektrisirten Stange hingen, von einander flohen oder sich zurückstießen, war **Gray**. Auch **du Fay** nahm dieß wahr, und fand es bey linnenen Fäden am stärksten. Zugleich benutzte dieser diesen scheinbar geringen Umstand zur Untersuchung der Stärke und Schwäche der Elektricität. Er nahm nämlich einen Zwirnfaden, hing denselben um den zu elektrisirenden Körper, und bemerkte alsdann, wie weit die beyden Enden des Fadens einander flohen, wodurch er erkannte, ob die Elektricität stark oder nicht stark war. Der Abt **Nollet**, welcher die Versuche des **du Fay** mit in Augenschein nahm, suchte noch größere Vortheile aus dieser Erscheinung zu ziehen, indem er auf den Gedanken kam, daß dieses einfache Mittel dienen könne, den Grad der Elektricität durch den Winkel, welchen die beyden Enden des Fadens beym Auseinandergehen einschließen, zu bestimmen.

Er

Er that daher den Vorschlag [α]), den Winkel durch ihren auf einem Brete aufgefangenen Schatten mittelst eines Gradbogens zu messen, weil er wohl wußte, daß mit dem Faden kein anderer leitender Körper verbunden werden durfte.

Waiz [β]) knüpfte an seidene Fäden ein Paar kleine Gewichte oder kleine Metallplättchen, und hing sie so auf, daß sich die Gewichte oder Metallplättchen berührten. Brachte er nun einen geriebenen Glascylinder in die Nähe dieser beyden Pendeln, so gingen sie sogleich aus einander. Hieraus suchte er sogar die elektrische Kraft des Abstoßens mit der Kraft der Schwere zu vergleichen.

Im Jahre 1746 that **Ellicott** [γ]) den Vorschlag, um die Stärke der Elektricität zu bestimmen, ein Gewicht in der einen Schale einer Wage aufzuheben, während die andere Schale über den elektrischen Körper gehalten, und durch seine anziehende Kraft nach demselben hingezogen werden sollte. Nach eben denselben Grundsätzen verfertigte auch **Gralath** [δ]) in Danzig ein Elektrometer.

Im Jahre 1753. gab **Canton** [ε]) der einfachen Einrichtung des **du Fay** diese Gestalt, daß er zwey Kugeln von Kork oder Hollundermark auf einer Drehbank in der Größe einer Erbse sauber abdrehen ließ, und diese an seine Zwirnfäden hing. Gewöhnlich schloß er sie in ein buxbaumenes Futteral oder Kästchen ein, um sie bey sich zu tragen. Es ist dieses Elektrometer noch bis jetzt unter dem Nahmen **Korkkugelelektrometer** bekannt, wozu auch schon ein einziger Faden hinreichend ist, an dessen beyden Enden die kleinen Kügelchen befestiget werden. Diese sehr einfache Einrichtung ist von sehr wichtigem Nutzen so wohl zur Entdeckung

α) Mémoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1747.
β) Abhandlung von der Elektricität und deren Ursachen. Berlin 1745. 4. S. 180 f.
γ) Philosoph. transact. Vol. XLV. n. 486.
δ) Versuche und Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. Th. I. 1747. n. 6.
ε) Philosoph. transact. Vol. XLVIII. P. I. n. 486.

deckung schwacher Grade der Elektricität, als auch zur Beobachtung der Beschaffenheit der Elektricität.

Das von **Henley** im Jahre 1772. angegebene **Quadrantenelektrometer** ist von Dr. **Priestley** *) beschrieben worden. Es hat die in fig. 22. vorgestellte Gestalt. Es steht auf einem kleinen Gestelle, von welchem es nach Willkür abgenommen, und an den ersten Leiter, oder sonst wohin befestiget werden kann. Es besteht dieses Elektrometer aus einem senkrecht stehenden Stabe, der oben kugelförmig abgerundet ist, und an dem andern Ende ein Messingblech hat, welches man nach Gelegenheit auf den ersten Leiter oder auf den dazu gehörigen Fuß setzen kann. An dem obern Theile des Stabes ist ein elfenbeinerner in Graden getheilter Halbcirkel befestiget, in dessen Mittelpunkte der Zeiger an einer feinen Axe von Messing steckt. Der Zeiger selbst ist ein sehr feines Stäbchen, welches von dem Mittelpunkte des getheilten Halbcirkels bis an das Messingblech reicht, und trägt an seinem untern Ende ein Korkkügelchen, welches sehr fein abgedrehet ist. Das beste Holz zum Stabe und zum Zeiger dieses Elektrometers ist Buxbaum. Beyde müssen wohl abgerundet und so glatt als möglich seyn. Wenn dieses Elektrometer nicht elektrisiret ist, so hängt der Zeiger mit dem Stabe parallel; wird es aber elektrisiret, so weicht er von dieser Lage ab, und zeigt an dem Halbcirkel die Grade, aus welchen sich auf die Stärke der Elektricität schließen läßt.

Langenbucher β) nimmt zwey 6 Zoll lange Glassäulen, welche er 3 Zoll weit aus einander stellt. Auf der einen befindet sich ein 5 Zoll hohes und 1 Zoll breites messingenes Plättchen, an dessen unteres Ende ein krummgebogener Draht mit einer Kugel eingeschraubet ist. Am obern Ende hängt ein buxbaumener Zeiger, jedoch ohne Korkkugel, herab. Auf der andern Glassäule steht ein in Grade getheilter

*) Philosoph. transact. Vol. LXII. n. 26.

β) Beschreibung einer beträchtlich verbesserten Elektrisirmaschine. Seite 44.

theilter Halbcirkel von Elfenbein oder gedörrtem Holze, dessen Mittelpunkt mit dem Anhängepunkte des Zeigers einerley ist. Alles, die Messingplatte, den Zeiger und den Halbcirkel ausgenommen, ist mit Siegellack überzogen. Wenn man dieses Elektrometer gebrauchen will, so verbindet man die Kugel an dem krummgebogenen Drahte mit dem elektrisirten Körper.

Cavallo *) gibt ein Stativ mit den cantonschen Elektrometern an, welches in fig. 23. vorgestellet ist, wo cc und dd die cantonschen Elektrometer sind. a ist eine Säule von Glas oder gedörrtem Holze oben abgerundet, oder mit einem runden hölzernen Deckel versehen. Aus diesem runden Holze gehen vier Arme von Glas oder gedörrtem Holze hervor, an deren Enden vier Elektrometer hangen, zwey davon dd bestehen aus seidenen Fäden, etwa 8 Zoll lang, an deren Enden eine kleine Pflaumfeder hängt. Die beyden andern Elektrometer cc sind die cantonschen mit kleinen Kügelchen von Kork oder Hollundermark. Die Fäden, woran diese Kügelchen hangen, sollen nach **Cavallo's** Anrathen mit schwachem Salzwasser befeuchtet werden. Die Kügelchen betragen ungefähr $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser und sind mittelst des Fadens an einem etwa 6 Zoll langen und mit Siegellack überzogenen gläsernen Stäbchen befestiget, welches an einen Arm ist gehängt worden. Dieß gläserne Stäbchen dient vorzüglich als ein isolirter Handgriff, wenn man das Elektrometer vom Stativ abnehmen, und an einem andern Orte gebrauchen will.

Ein anderes Elektrometer beschreibet ebenfalls **Cavallo** **), welches er wegen seines bequemen Gebrauchs **Taschenelektrometer** nennt, und in der fig. 24. vorgestellt ist. Das Gehäuse und zugleich der Handgriff dieses Elektrometers ist eine Glasröhre, welche etwa 3 Zoll lang ist, $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser hat, und bis auf die Hälfte mit Siegellack überzogen

*) Vollständige Abhandlung der Lehre der Elektricität. Leipzig 1797. B. I. S. 156.

**) Ebendaselbst. B. I. S. 346.

überzogen ist. An demjenigen Ende der Röhre, woran sich kein Siegellack befindet, ist eine Schleife von dünnen seidenen Schnürchen, womit man das Elektrometer gelegentlich an eine Stecknadel hängen kann. In das andere Ende der Röhre paßt ein Kork, welcher an beyden Enden konisch zugespitzet ist, damit man mit jedem gerade die Oeffnung der Röhre verstopfen kann. Von dem einen Ende dieses Korks hängen zwey linnene Fäden herab, welche ein wenig kürzer sind, als die Länge der Glasröhre, und an jedem befindet sich ein kegelförmiges Stückchen Holundermark. Wenn man dieses Elektrometer gebrauchen will, so steckt man das Ende des Korks, welches den Fäden entgegengesetzet ist, in die Oeffnung der Röhre; alsdann gibt die Röhre einen isolirten Handgriff des Korkkugelelektrometers ab. Kehrt man den Kork um, so kommen alsdann die Fäden innerhalb der Röhre zu hängen, und es läßt sich das Ganze in einem Futteral bequem bey sich tragen. Wird in dieses Futteral an dem obern Ende ein Stück Bernstein und unten ein Stück Elfenbein auf Bernstein isoliret eingesetzt, so kann man durch Reiben an einem Tuchkleide so wohl die positive als negative Elektricität erregen, und dem Elektrometer mittheilen.

Noch ein anderes von **Cavallo** angegebenes Elektrometer, welches äußerst empfindlich und sehr bequem ist, wird von **Adams** *) beschrieben. Die Glasröhre (fig. 25.) acdb ist in dem messingenen Boden ab eingekittet. Der obere Theil derselben geht in ein schmales cylindrisches mit Siegellack überzogenes Ende aus, in welches eine kleine gläserne Röhre eingekittet ist, deren unteres ebenfalls mit Siegellack überzogenes Ende ein wenig in die Röhre acdb hineinreicht; in diese kleine Röhre ist ein Draht eingekittet, dessen unteres Ende das flache Stück Elfenbein h, welches durch einen Kork in die Röhre befestiget ist, berührt; das obere Ende des Drahts erstreckt sich etwas über die Röhre hinaus, und läßt sich in die messingene Haube ef einschrauben,

*) Versuch über die Elektricität. S. 164.

ben, welche den mit Siegellack überzogenen Theil vor den Regen schützt, wenn man damit die Luftelektricität beobachten will. t m und k n sind zwey schmale Streifen Zinnfolie an der innern Seite des Glases, die mit dem messingenen Boden a b in Verbindung stehen.

Wenn man einen elektrisirten Körper der messingenen Haube e f nähert, so werden die Kugeln sogleich von einander fahren, aber auch wieder zusammenfallen, so bald sie die Zinnfolie berühren. Nimmt man alsdann den elektrisirten Körper hinweg, so gehen sie abermahls mit der entgegengesetzten Elektricität aus einander. Die allerschwächste Elektricität wird diese Kugeln in Bewegung setzen, und es wird die Beschaffenheit derselben leicht dadurch erkannt, wenn sie entweder mehr aus einander gehen oder sich wieder nähern, indem der Haube ein mit — E geladener Körper genähert wird.

Man hat überhaupt der Einrichtung, ein Elektrometer in einer Röhre oder Flasche einzuschließen, den Nahmen **Flaschenelektrometer** gegeben, welches in aller Absicht eines der vorzüglichsten Elektrometer ist.

Unter allen diesen angegebenen Elektrometern verdient wohl keines den eigentlichen Nahmen Elektrometer, weil sie keinesweges die wahre Größe der Elektricität bestimmen, sondern nur zu erkennen geben, ob die eine Elektricität stärker oder schwächer sey als die andere. Es versuchte daher **Achard** *) ein Elektrometer anzugeben, welches die bestimmte Größe der Elektricität wirklich anzeigen und ihr Verhältniß zur Schwere der Erdkörper bestimmen sollte. Allein es fehlet auch diesem Instrumente noch viel, um mit Sicherheit die Intensität der Elektricität damit messen zu können. Herr **Lichtenberg** β) hat hiervon eine kürzere Beschreibung gegeben. An einem messingenen Lineale (fig. 26.) a b

*) Beschäftigungen der berliner Gesellschaft naturforschender Freunde. Th. I. Berlin 1775. gr. 8. S. 53 f. auch in den Vorlesungen der Experimentalphysik. Th. III. Berlin 1791. S. 53.

β) Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. II. St. 1. S. 146.

ab sind bey aa zwey kleine Haken befindlich, woran an messingenen Fäden von gleicher Länge zwey Kugeln von verschiedenem Gewichte c, k angehängt sind. Die Fäden müssen so steif seyn, daß sie sich nicht krümmen. Das messingene Lineal hat bey h, h Einschnitte, damit der Faden dicht an der Kante des Lineals anliegen kann, wenn die Kugel das Lineal berühret. Die Kugeln können aus Meerschaum verfertiget seyn, weil dieser die Feuchtigkeit aus der Luft wenig anzieht. Man setze, das Gewicht der Kugel c nebst dem des Fadens sey $= \pi$, und es werde selbige durchs Elektrisiren des Lineals um den Winkel hac $= \alpha$ abgestoßen. Ferner sey der Schwerpunkt des Pendels in d. Es wird demnach sein Gewicht $= \pi$ selbiges in der lothrechten Richtung dg herabtreiben. Nun wird dieses Gewicht theils von der zurückstoßenden Kraft der elektrischen Materie, theils aber auch von der Festigkeit des Hakens im Gleichgewichte erhalten. Zerlegt man also das Gewicht π nach der Richtung dg in die beyden Seitenkräfte nach den Richtungen df und de, jene auf das Lineal senkrecht, und diese in der Richtung des Fadens selbst, so erhellet, daß df den Theil des Gewichtes π ausdruckt, welchen die abstoßende Kraft der elektrischen Materie aufhebt. Nun ist der Winkel bac $=$ gde $=$ fgd $= \alpha$, und man hat in dem rechtwinkligen Dreyecke fdg diese Proportion dg : df $= 1 :$ tang. α, folglich df $=$ dg. tang. α, d. h. die abstoßende Kraft der elektrischen Materie $= \pi$. tang. α. Weiß man also die Größe des Gewichtes π, und hat ein Mittel, die Größe des Winkels α zu messen, so gibt alsdann die Rechnung die abstoßende Kraft der elektrischen Materie. Es muß jedoch dieser Winkel in einer Entfernung von dem Pendel wenigstens von 4 Fuß gemessen werden können, weil sonst ein Körper bey geringerer Entfernung das Pendel stören würde. Achard hat zwar hierzu einen sehr sinnreichen Chordenmesser angegeben; allein er ist zu sehr zusammengesetzet, um dadurch genaue Resultate zu erhalten. Es hat daher dieser ganze Apparat weiter keinen allgemeinen Beyfall erhalten.

Ein anderes sehr empfindliches Elektrometer hat Herr A. Bennet *) angegeben, welches im Ganzen mit dem Flaschenelektrometer übereinkömmt, nur daß statt der an seinen Fäden herabhängenden Kügelchen Streifen von Goldblatt gebrauchet werden. Die gewöhnlichen Elektrometer mit Kügelchen von Kork oder Hollundermark haben den Nachtheil, daß die Kügelchen bisweilen, wenn sie elektrisiret sind, lange an einander hangen, ehe sie sich trennen, nachher aber mit einem gewissen Ruck auf ein Mahl aus einander fahren. Diesen Nachtheil aber findet man bey den Goldblättchen nicht, und es ist daher **Bennets** Goldblattelektrometer zu ganz feinen Versuchen eins der brauchbarsten Instrumente. Die ganze Einrichtung dieses Elektrometers ist im wesentlichsten folgende. Zwey Streifchen von geschlagenem Golde, welche etwa 2 Linien breit und 18 bis 20 Linien lang sind, hängen an der Seitenfläche eines keilförmig ausgeschnittenen Stück Holzes oder Zinn (fig. 27.) b, woran sie mit ein wenig Eyweiß oder Firniß angekittet werden, dicht neben einander, und parallel unter sich in der Mitte eines Glascylinders herunter, welcher etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hat, und ungefähr $3\frac{1}{2}$ Zoll hoch ist. Damit aber die Glasröhre noch besser isolire, so wird der obere Theil derselben ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll weit mit Siegellack überzogen. Der untere Theil der Röhre geht etwas gedränge in eine messingene Einfassung, welche an den Seiten mit Leder oder Sammet ausgefüttert, und unten an den hölzernen Fuß des Instrumentes angeschraubet ist. An dem metallenen Deckel q von 4 Zoll im Durchmesser ist ein mit starkem Seidenzeuge gefütterter Ring eingelöthet, in welchem sich der obere Theil der gläsernen Röhre schließt. Auch ist der metallene Deckel q mit einem $\frac{3}{4}$ Zoll breiten niedergehenden Rande m versehen, um dadurch die Glasröhre bey Versuchen im Regenwetter gegen die Nässe zu schützen. In der Mitte des Deckels ist ein Loch von 10 Linien im Durchmesser, worin das

*) Philosoph. transact. Vol. LXXVII. übers. in den leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. B. IV. St. 4. S. 419. f.

das Stück d eingeschraubet wird, an welches die kleine messingene Röhre a gelöthet ist, worein das konische Stück Holz b gehörig eingepaßt ist. Von außen wird auch an dieses Metallstück ein 7 bis 8 Zoll langer zugespitzter eiserner Draht geschraubet. Uebrigens läßt sich das ganze Stück d bequem herausnehmen, um die Goldstreifchen ankleben zu können. Innerhalb der Glasröhre an zwey entgegengesetzten Seiten sind noch 3 bis 4 Linien breite Stanniolstreifen c c angeleimt, um die Elektricität von den Goldstreifchen, welche bis dahin aus einander fahren, aufzunehmen, und durch den Boden fortzuleiten. Zu eben dieser Absicht hat auch Herr **Böckmann** [*]) den untern Boden des hölzernen Fußes mit Stanniol überzogen.

Da es schwer hält, die Goldstreifchen, wie angegeben worden, an diesem Elektrometer so zu befestigen, daß sie parallel herabhängen, so hat Herr **Cavallo** [β]) folgende Methode ausgedacht, wodurch dieser Schwierigkeit abgeholfen wird. Wenn nämlich die Streifen geschnitten sind, und auf Papier oder dem ledernen Küssen liegen, so werden sie der Länge nach gleich gemacht; hierauf schneidet man zwey Stückchen feines Goldpapier, jedes etwa $\frac{1}{2}$ Zoll lang, und $\frac{1}{4}$ Zoll breit, und befestiget diese mit ein wenig Wachs an beyde Streifen, nämlich eins an das Ende des einen, das andere an das Ende des andern Streifen, so daß ungefähr die Figur des Buchstaben T herauskömmt. Hierauf wird nun eins von jenen Stückchen Papier sammt dem Goldblattstreifen mit den Fingern der einen, und das andere mit den Fingern der andern Hand in die Höhe gehalten, alsdann beyde an einander gebracht, und so zusammengerückt, daß sie beyde parallel und glatt hängen. Nun werden beyde Stückchen Papier, welche jetzt auf einander liegen, zwischen eine Art von Zange von Messingdraht oder sehr dünn gehämmerten Messingplättchen, welche an dem untern Theile des

*) Grens Journal der Physik. B. I. S. 380.
β) Vollständige Abhandlung der Lehre der Elektricität. Leipz. 1797. B. II. S. 177.

Deckels oder Hutes des gläsernen Gefäßes befestiget ist, geklemmt.

Dieses Instrument dient nicht sowohl zur Abmessung der Stärke der Elektricität, als vielmehr zur Bestimmung sehr geringer Grade derselben und zur Untersuchung ihrer Beschaffenheit. Es gehöret also eigentlich nicht zur Classe der Elektrometer, als vielmehr zu den Mikroelektroskopen.

Herr de Lüc *) hingegen hat gesucht, ein so genanntes **Fundamentalelektrometer** anzugeben, und zugleich Vorschriften mitgetheilet, wie dieß Elektrometer dienen könne, andere Elektrometer für alle Fälle von größerer oder geringerer Intensität der Elektricität zu verfertigen.

Er führt zuförderst an, daß Versuche über die Modifikationen des elektrischen Fluidums in der Nähe einer in Bewegung gesetzten Elektrisirmaschine nicht genau angestellt werden könnten, weil die umgebende Luft durch sie elektrisiret werde, welches bey den beweglichen Körpern Bewegungen hervorbringe, welche nicht von den Ursachen, deren Wirkungen sie bestimmen sollten, abhängen. Man müsse sich daher immer von der ersten künstlichen Quelle des elektrischen Fluidums entfernen, und sich lieber damit durch eine geladene leidner Flasche versehen, welche für alle Versuche dieser Art mehr als hinreichend sey. Die zu diesen Versuchen bestimmte Flasche müsse aber weder zu groß noch zu klein seyn. Nach seinen Erfahrungen hat er eine von folgenden Abmessungen am geschicktesten dazu gefunden: sie ist cylindrisch bis auf die kleine Verengerung ihrer Oeffnung, ihre ganze Höhe 5¼ englische Zoll und ihr Durchmesser 2⅞ Zoll. Die Belegungen von innen und von außen erstrecken sich bis 1¾ Zoll von oben, und der übrige Raum, welcher nicht belegt ist, ist mit einem Firniß überzogen. Ihre Oeffnung ist mit einer hölzernen Scheibe verschlossen, durch welche der Stiel des Knopfes gehet. Der Knopf selbst hat etwa ⅞ Zoll im Durchmesser. Nach dieser Flasche hat er die Krümmungen der Theile seines vorzüg-

*) Neue Ideen über die Meteorologie. Berlin und Stettin, 1787. Th. II. S. 394.

vorzüglichsten Apparats bestimmt, indem alles so beschaffen seyn mußte, daß, wenn man den Apparat mit dem Knopfe der Flasche in ihrer stärksten Ladung berührte, sich hier kein Büschel bildete. Es bestimmte also auch dieses die Größe der Kugeln des Elektrometers. Die Kugeln selbst sind statt der sonst gewöhnlichen Korkkügelchen oder Holundermarkkügelchen von Silber und hohl an Strohhalmen aufgehängt, welche er bey seinen elektrischen Versuchen am vortheilhaftesten fand. Auch macht er nur die eine von beyden Kugeln beweglich, weil die Beobachtungen geschwind angestellet werden müssen, und es schon nicht leicht ist, daß man die gegenseitige Stellung zweyer Gegenstände, wenn sie in gewisser Weite von einander entfernet sind, so wie das Stäbchen der Kugeln und die Skale, gut beobachten kann. Außerdem aber findet noch bey der Bewegung einer einzigen Kugel der Vortheil Statt, daß man ihre Beweglichkeit durch ein oben angebrachtes Gegengewichte beträchtlich vermehren kann.

Das Fundamentalelektrometer des Herrn **de Lüc** ist in der fig. 28. in einem Durchschnitt durch die Axe aller Theile abgebildet. Sein Fuß a a ist von Holz, und unten mit einer Platte von Bley b b verbunden, damit das Instrument fest stehe. Auf den Fuß ist ein Stückchen Holz c angeschraubet, welches den isolirenden Theil d d trägt, der aus einer Röhre von innen und außen überfirnißtem Glase bestehet. Oben an dem gläsernen Stabe ist eine Verbindung von verschiedenen Stücken aus Büchenholz, an welche alle Theile des Instrumentes befestiget sind. Das vorzüglichste Stück davon ist das durch e f vorgestellte, dessen Zapfen f in die Röhre gehet, wo es sich mit sanftem Anreiben umdrehet. Quer durch dieses Stück geht horizontal eine Glasröhre g g von innen und außen überfirnißt, und welche ein Stäbchen von Messing einschließt, welches dem Elektrometer zum Leiter dienet. Das eine Ende dieses Stäbchens geht mit einer Schraube in einen messingenen Cylinder h, und das andere in eine messingene Kugel i. Schraubt man diese letztere stark ein, in-

dem die Kugeln vertikal hängen, so gibt man diesem Stande Festigkeit.

Die unbewegliche Kugel k l m ist an dem Punkte k durch das hölzerne Stück k l aufgehängt, dessen Theil l in einen Halm gehet, welcher dieser Kugel zum Stäbchen dienet, und an dem sie geleimt ist. Das hölzerne Stück k, dessen Schnitt die fig. darstellet, ist flach, und geht etwas gedränge in eine Oeffnung des messingenen Cylinders h, wo es durch einen Stift gehalten wird. Diese Oeffnung, welche durch eine punktirte Linie vorgestellt ist, erlaubt dem Stück k eine kleine Bewegung an seinem Stifte. Dieses dienet dazu, die Kugel in Berührung mit der andern zu bringen, wenn letztere gehörig hängt. Das Aufhängen dieser letztern geschieht am Punkte p in einer Gabel p o, deren Zapfen o mit etwas starkem Reiben in den Cylinder h geht.

Die Skale r ſ ist aus Büchenholz, etwa $\frac{3}{4}$ Linien dick und mit Papier bedeckt, welches mit Kleister aus Stärkenmehl angeklebet, und unter einer Presse oder unter einem Gewichte zwischen zwey flachen Körpern getrocknet ist: sein Rand muß, wie alle elektrische Stücke am Apparate, abgerundet seyn. Der Halbmesser p ſ der Skale beträgt 4 französische Zoll; es ist hinreichend, auf selbige 40 Grade zu tragen, weil für größere Grade der Elektricität das Fundamentalelektrometer nicht mehr gebrauchet werden soll. Diese in Ansehung des Gewichtes sehr leichte Skale wird von einem kleinen gläsernen Stäbchen vermittelst einer bloßen Röhre von aufgerolltem und geleimten Papier, welches mit Leim hinter die Skale in r befestiget ist, getragen; diese Röhre ist in der fig. durch eine punktirte Linie vorgestellt. Das andere Ende des Stäbchens geht in einen Wirbel von Holz t. Das Stück u u ist ein Ring, welcher sich mit etwas starker Friktion umdrehet; in diesem Ringe geht mit gleicher Friktion der Wirbel t. Die ganze Einrichtung verstattet viererley Bewegungen, wodurch man der Skale ihre gehörige Stellung geben kan: 1. man bringt sie in eine vertikale Ebene, indem man die kleine papierne Röhre auf dem

gläsernen

gläsernen Stäbchen zum Punkte r dreht; 2. man bringt sie in eine bestimmte Entfernung von der Kugel, indem man den Ring an den beyden Figuren drehet; 3. man macht den Halbmesser, welcher dem Grade der Skale entspricht, vertikal, durch Bewegung des Wirbels t; 4. endlich läßt man diesen Halbmesser mit der beweglichen Kugel correspondiren, indem man das gläserne Stäbchen, welches in dem Wirbel t oder der gläsernen Röhre r fortgleiten kann, verlängert oder verkürzt. In diesem Zustande muß der Mittelpunkt, aus dem die Skale beschrieben ist, mit dem Aufhängepunkte der beweglichen Kugel horizontal seyn.

Das Stäbchen der beweglichen Kugel n ist aus einem Strohhalm gemacht, welcher sehr gerade, und mit einer kleinen scharfen Feile an dem obern Theile eines Gliedes abgeschnitten seyn muß, wo man den Knoten nebst einem kleinen Ende der folgenden Röhre stehen läßt. Dieses Ende paßt man gleichsam einschraubend in die dünne Hülse der Kugel n ein. In dem Aufhängepunkte p hängt der Strohhalm an einem Ringe, durch welchen ein stählerner Zapfen rechtwinklig durchgesteckt ist. Uebrigens läßt sich das ganze Pendel aus dem Aufhängepunkte sehr leicht herausnehmen. Zum Aufnehmen dieses Punktes, und zur Verbindung desselben mit einem gläsernen überfirnißten Stäbchen yz dient die kleine messingene Röhre xxxx.

Der Zapfen o, welcher in den Cylinder h tritt, ist bey o umgebogen. Indem man den Ring um den Zapfen drehet, stellt man das Stäbchen dieser Kugel an dieselbe Ebene mit der unbeweglichen Kugel, und man macht diese Ebene vertikal, indem man den Leiter in der Glasröhre gg drehet.

Die hohle Kugel n von Silber muß genau 7 französische Linien im Durchmesser halten; die Entfernung am Aufhängepunkte vom Anfange der Kugel an gerechnet muß 4 Zoll 8 Linien seyn, und die Länge des Stäbchens yz von überfirnißtem Glase, welches die Kugel q trägt, von dem Aufhängepunkte bis zur Spitze dieser Kugel 2 Zoll 9 Linien. Das

Gegengewicht q muß dem Pendel angepaßt werden. Es bestehet dieß aus einer Kugel von Siegellack. Die silberne Kugel muß durch allmähliges Abdrehen so eingerichtet werden, daß sie mit dem daran befindlichen Halme, jedoch ohne Gegengewicht, dem Aufhängepunkte p horizontal auf eine Gabel geleget, auf der Schale einer empfindlichen Wage genau mit 30 Gran nach englischem Troygewicht oder 2 $\frac{1}{8}$ nach französischem Markgewicht im Gleichgewicht steht. Das Gegengewicht q mit dem Glasstäbchen yz muß nachher dem Pendel so angepaßt werden, daß in der erwähnten horizontalen Lage des Ganzen von dem Gewichte der silbernen Kugel nur noch $7\frac{1}{2}$ englische Grän übrig bleiben.

Dieses Elektrometer wird beständig gebrauchet, wenn man unmittelbar eine leidner Flasche von mäßiger Größe elektrisiret, weil bey kleinern Abmessungen des Elektrometers Strahlenbüschel entstehen würden. Wenn es hingegen nur auf die Wirkung eines elektrisirten Körpers auf andere Körper ankömmt, so kann man hierbey oft kleinere Elektrometer gebrauchen, weil die Gefahr von Strahlenbüscheln nicht mehr so groß ist, und man alsdann mit Vortheil das Verhältniß der leitenden Oberfläche des Elektrometers zu der des Körpers, bey dem man es anbringt, vermindern kann. Herr de **Lüc** hat zu dieser Absicht eine zweyte Classe gemacht, deren Abmessungen halb so klein als beym Fundamentalelektrometer sind, die Höhe des Fußes und die Länge des kleinen Leiters ausgenommen, welche immer einerley bleiben. Die Lackkugel des Gegengewichtes ist auch von dieser Abmessung verschieden, weil durch sie diese zweyte Classe von Elektrometern mit der ersten in Uebereinstimmung gebracht werden muß; dieses geschiehet, indem man sie mit einander durch ihre Knöpfe in Verbindung bringt, und sie gemeinschaftlich elektrisiret. Man muß also, indem man anfänglich lieber eine zu große als zu kleine Lackkugel nimmt, sie so weit vermindern, bis beyde Elektrometer übereinstimmend gehen.

In den Fällen, wo man die Kugeln der Elektrometer außer den Wirkungskreis des elektrisirten Körpers bringen will,

will, muß man die Leiter gg durch ein eingeschraubtes messingenes Stäbchen verlängern.

Bey der Untersuchung der Elektricität in sehr kleinen Körpern bedient sich Herr **de Lüc** ganz kleiner Elektrometer, welche übrigens den größern ähnlich sind. Es bestehet ein solches kleines Elektrometer aus zwey Grashälmchen, die man an dem Stengel gewisser Gräser sehr dünn findet. Auch hier ist der eine Halm unbeweglich, und der andere beweglich, und an beyde Enden derselben ist ein Tropfen Siegellack angebracht, um die Zerstreuung der Elektricität zu verhüten.

Das Fundamentalelektrometer kann bey dem ersten Leiter einer Elektrisirmaschine nicht gebrauchet werden, weil es selbigen ohne Aufhören durch Büschel entladen würde; aber auch bey solchen Körpern ist es nicht anwendbar, deren Elektricität unter einem Grade ist. In solchen Fällen hat Herr **de Lüc** andere Instrumente unter dem Nahmen der **elektrischen Megameter** und **Mikrometer** angegeben.

Die erste Bedingung eines elektrischen Megameters ist, daß die Kugeln groß sind, damit die Maschine an selbigen keine Feuerbüschel hervorbringe; denn der vorzüglichste Fehler aller Elektroskope, welche man bisher an die ersten Leiter der Elektrisirmaschinen angebracht hat, ist die Kleinheit ihrer Kugeln. Die Kugeln von 2 Zoll im Durchmesser sind für mittelmäßige Maschinen schon nicht zu groß. Bey noch größern Maschinen kann man Kugeln gebrauchen, deren Durchmesser 3 bis 4 Zoll ist. Der Leichtigkeit wegen kann man auch kleine ausgehöhlte Kürbisse gebrauchen, indem man sie sorgfältig vergolden läßt. Das Gestelle dieser großen Kugeln ist von dem beym Fundamentalelektrometer nur durch die Größe der Theile verschieden, und statt des Strohes wird Schilf genommen. Unter den Theilen, welche mit der Größe der Kugeln nicht im Verhältnisse sind, ist der Fuß, welcher von einer der Maschine angemessenen Höhe und Form seyn muß; hernach der durchgeschnittene Ring, welcher die Axe der beweglichen Kugel trägt, dessen Dicke nicht im Verhältnisse mit seinem vergrößerten Durchmesser zunehmen

men muß; ferner der Leiter, welcher in seiner Glasröhre das elektrische Fluidum nicht zerstreuet, braucht nicht im Verhältnisse der Kugeln vergrößert zu werden. Wenn das Fundamentalelektrometer 40 Grad zeigt, so muß das Megameter nur 4 Grad zeigen, und dieses Verhältniß bewirkt man durch das Gegengewicht. Um sie zugleich zu beobachten, muß der erste Leiter der Maschine nur eine einzige Spitze haben, welche an das Ende eines hölzernen Stücks gesetzet ist, damit er sich sehr langsam lade. Man bringt sodann die beyden Elektrometer an ihn, und läßt die Maschine stufenweise wirken, bis die Kugel des Fundamentalelektrometers auf 40 Grad ist. Zeigt alsdann das Megameter auf seiner Skale 4 Grad an, so ist es richtig; wo aber nicht, so muß man es durch das Gegengewicht dahin bringen, indem man entweder die Größe der Lackkugel, oder die Länge des gläsernen Stäbchens verändert. Wenn das Megameter mit dem Elektrometer auf diesem einzigen Punkte übereinstimmet, so werden seine Grade zehnfache des andern seyn. Herr **de Lüc** bemerkt hierbey, daß der Gang des Megameters schwankend werde, und endlich so sehr, daß es nur Sprüngen und Fällen unterworfen ist, wenn man über den Grad der Elektrisirung, welchen das Fundamentalelektrometer anzeige, gegangen sey. Uebrigens sey es aber nicht leicht, den stärksten Grad der Elektrisirung, dessen eine Elektrisirmaschine fähig sey, zu bestimmen. Der Grad der Elektrisirung, nehme zu bis zu einem gewissen Größten, wenn man die Maschine schnell drehe; alsdann schwinge aber die Kugel des Megameters so stark, daß man über nichts urtheilen könne; drehe man aber die Maschine langsam, oder vermindere die Zahl der Spitzen, welche das elektrische Fluidum annehmen, so verbleibe man ohne Zweifel unter dem Größten in der Elektrisirung.

Was das elektrische Mikrometer des Herrn **de Lüc** betrifft, so gibt er zwey verschiedene Arten davon an. Die Pendeln dieser beyden Arten sind von gleicher Länge und Beschaffenheit, wie das Pendel des Fundamentalelektrometers, weil

weil sie diesem müssen substituiret werden können, und die Kugeln sind von verschiedener Größe und von verschiedener Substanz. An dem ersten Mikrometer ist die Kugel von Hollundermark, im Durchmesser von 4¾ pariser Linien, und hat statt eines Strohhalmes ein Hälmchen von Heu. Auch ist das Glasstäbchen zum Gegengewicht dünner und kürzer als beym Fundamentalelektrometer; und hat am Ende statt einer auf der Drehbank abgerundeten Kugel eine kleine mit Fingern abgerundete Masse von Siegellack. Wenn dieß Elektrometer mit einem Fundamentalelektrometer in Verbindung ist, so muß seine Kugel sich auf 40 Grad erheben, wenn die andere sich auf 4 Grad erhebt; dadurch werden die Grade des ersten Mikrometers Zehntheile von den des Fundamentalelektrometers seyn. Das zweyte Mikrometer ist dem ersten völlig ähnlich nur in Ansehung der Abmessungen verschieden. Die Kugel ist ebenfalls von Hollundermark, im Durchmesser aber nur 2½ pariser Linien. Das Hälmchen Heu, welches sie trägt, ist sehr dünn; die Röhre zum Aufhängen sehr leicht, und das Gegengewicht dem Gange, welchen diese kleine Kugel haben muß, proportioniret. Das Pendel desselben wird durch sein Gegengewicht so justiret, daß es 40 Grad anzeiget, wenn das Fundamentalelektrometer 4 Grad zeigt. Auf diese Weise werden seine immer auf derselben Skale angezeigten Grade Hunderttheile von den des Fundamentalelektrometers. Weil diese beyden Mikrometer sehr kleine Kugeln haben, so muß die unbewegliche Kugel (fig. 28.) m an selbige so nahe gerückt werden, daß sie diese in der vertikalen Lage berühret.

Dieß ist das Wesentlichste, was Herr **de Lüc** über die Einrichtung seines Elektrometers angeführet hat. Weil hier alles vom Gewicht und Maß abhängt, so ist dieses Werkzeug vergleichbar, und es ist wegen des ihm beygefügten elektrischen Megameters und Mikrometers auf jeden Grad der Elektrisirung anwendbar.

Ueber die beste Einrichtung der Elektrometer hat Herr **Volta** *) verschiedene Bemerkungen gemacht. Um geringe Grade der Elektricität und besonders der Luftelektricität zu beobachten, gibt er den Vorschlag, statt der gewöhnlichen Metalldrähte mit Kork- oder Hollundermarkkügelchen lieber Strohhalme $\frac{1}{4}$ Linie dick ohne Kugeln zu gebrauchen. Man hängt diese in leicht beweglichen Ringen nahe an einander in vierseitigen gläsernen Flaschen auf, deren Seitenflächen mit Papierstreifchen versehen werden, auf welchen sich Skalen befinden, um das Auseinandergehen der Halme zu messen. Weil diese Halme eine größere Oberfläche als dünne Metalldrähte mit Kügelchen besitzen, so stoßen sie sich auch weit stärker als diese ab. Daß aber die elektrische Materie aus den Spitzen ausströmen möchte, ist nicht zu befürchten, wenn man dieß Elektrometer nur zu schwachen Graden der Elektricität gebrauchet.

Wenn zu dergleichen Flaschenelektrometer gleich lange Halme genommen werden, so sieht man sehr leicht, daß eine geringe Differenz in Ansehung ihres Umfanges und Gewichtes einen nichts bedeutenden Unterschied in ihrer Divergenz hervorbringen. Es können also solche Elektrometer vergleichbar gemacht werden, wenn man nur gleiche Längen und einerley Maß für die Grade der Skale annimmt. Herr **Volta** nimmt die Länge von 2 franz. Zoll und für den Grad der Skale $\frac{1}{2}$ Linie. Kürzere Halme gegen kleinere Anzahlen von Graden an. Man kann selbst mit dem Flaschenelektrometer einen Condensator verbinden, dessen Metallplatte am besten auf dem Elektrometer selbst angebracht wird, um hiermit nicht allein die Luftelektricität, sondern auch die künstliche durch Verdampfung u. s. f. zu untersuchen.

Die Einrichtung des Elektrometers, welches der Herr **de Saussüre** angegeben, und auf seinen Reisen durch die Alpen gebrauchet hat, dient vorzüglich zur Beobachtung der Luftelektri-

*) Meteorologische Briefe aus dem Ital. übers. mit Anmerk. des Herausg. B. I. Leipz. 1793. 8.

Luftelektricität, und soll daher unter dem Artikel **Luftelektricität** beschrieben werden.

Außer diesen bisher beschriebenen Elektrometern haben **le Roy** und **d'Arcy** [α]) eine andere Methode angegeben, die Stärke der zurückstoßenden Kraft der elektrischen Materie zu messen. Es wird ein etwas großes Gefäß (fig. 29.) abcd ganz voll mit Wasser gefüllet, in welchem ein Glas gh in Form eines Aräometers schwimmt, dessen Stiel 12 Zoll lang und 1 Linie dick ist; im natürlichen Zustande muß es bald bis an den Boden des Gefäßes herabsinken. Das Gefäß selbst ist mit einer messingen Scheibe ab bedeckt, durch dessen Mitte f der Stiel hindurchgehet. Damit nun dieser Stiel nicht seitwärts wanke, wird unten bey gh Quecksilber eingegoßen, und außerdem sind noch Silberfäden über das Loch der Platte ab kreuzweis ausgespannt, zwischen welchen er auf- und niedergehen kann. Am Ende des Stiels oben befindet sich ein messingenes Scheibchen e von $14\frac{1}{8}$ Linien im Durchmesser. Wird nun dieß alles isoliret, und mit einem elektrisirten Leiter verbunden, so stößt die Scheibe ab das nahe an ihr liegende Metallplättchen e ab, und dadurch erhebt sich die schwimmende gläserne Vorrichtung. Läßt sich nun diese Höhe, worauf es erhoben wird, messen, so kann man aus dem Gewichte desselben und dem Verhältnisse des Stiels zum ganzen Körper die Kraft des Abstoßens berechnen.

Auch hat Herr **Coulomb** [β]) eine sehr sinnreiche elektrische Wage angegeben, welche den Nahmen eines Elektrometers verdienet. Es wird nämlich die Kraft der Elektricität vermittelst der Drehung eines feinen Metalldrahtes gemessen. Es ist dieses Metalldraht in der Mitte eines hohlen gläsernen Cylinders aufgehängt. Das obere Ende dieses Drahtes wird von einer kleinen Zange gehalten, durch deren Hülfe man das Draht drehen kann, indem man eine Nadel oder einen Zeiger, dessen Spitze sich an der Peripherie

α) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1749.

β) Grens neues Journal der Physik. B. III. S. 51 f.

rie eines gradüirten Kreises beweget, herumführt. An dem untern Ende des Drahtes hängt ein kleiner Hebel aus einem dünnen Faden von reinem Gummilack, der an dem einen Ende ein Kügelchen von Hollundermark, und am andern ein Stück geöltes Papier als Gegengewicht trägt. Der gläserne Cylinder ist in der dem Hebel correspondirenden Höhe in Grade abgetheilet. Bey dem Punkte Null dieser Graduirung ist eine andere Kugel von Hollundermark, deren Stellung auf einem nichtleitenden Träger fixiret ist.

Herr **Coulomb** richtet zuerst alles so ein, daß die beyden Kugeln sich berühren, während das Draht in seinem natürlichen Zustande oder seine Drehung Null ist, und sich der Zeiger auf dem kleinen angeführten Kreise beym Nullpunkte befindet. Alsdann elektrisiret er die beyden Kugeln schwach. Sie üben sogleich eine Repulsionskraft gegen einander aus, und die bewegliche Kugel entfernet sich von der feststehenden. Diese Entfernung auf der Skale des Cylinders gemessen betrug 36 Grad. Bey diesem Versuche mußte sich natürlich das Draht drehen, so daß der Winkel der Drehung ebenfalls 36 Grad betrug. Hierauf unterwarf Herr **Coulomb** das Draht einer neuen Drehung, indem er den Zeiger um eine Quantität von 126 Grad (nach entgegengesetzter Richtung) verschob, wobey sich zugleich die bewegliche Kugel der feststehenden so weit näherte, bis die Repulsionskraft beyder Kugeln im Stande war, der Kraft der Drehung das Gleichgewicht zu halten. Die Kugeln waren in diesem Momente nur 18 Grad von einander entfernet, welche zu den 126 vom Zeiger durchlaufenen addirt, 144 Grad für den ganzen Werth des Winkels der Drehung geben.

Nach der Schätzung des Herrn **Coulomb** sind die Kräfte der Drehung in dem hier erwähnten Versuche im Verhältniß der Winkel der Drehung. Diese Winkel sind aber hier das erstere Mahl 36 und das andere Mahl 144 Grad, oder der letztere ist vier Mahl so groß als der erstere. Von der andern Seite aber sind die Entfernungen das eine

Mahl

Mahl 36 Grad, und das andere Mahl 18 Grad; oder die erstere ist doppelt so groß, als die letztere. Es ist demnach die Repulsionskraft beyder Kugeln vier Mahl größer bey der halb so großen Entfernung, welches genau das umgekehrte Verhältniß des Quadrats der Entfernung ist. Herr **Coulomb** hat diesen Versuch auf mehrere Arten abgeändert, und das Resultat immer dem angezeigten Gesetz gemäß gefunden.

Vermittelst dieser elektrischen Wage hat Herr **Coulomb** außer dem wichtigen angeführten Gesetz auch die Gesetze zu bestimmen gesucht, nach welchen sich das elektrische Fluidum längs den idioelelektrischen Trägern zerstreuet. Durch wiederhohlte Erfahrungen hat er gefunden, daß, wenn der Zustand der Luft einerley bleibt, das Verhältniß der dabey verlorengehenden Kraft zur mittleren Kraft eine beständige Größe ist.

Herr **Coulomb** hat mit dieser Wage in verschiedenen anderen Abhandlungen von der Elektricität noch verschiedene merkwürdige Versuche angestellet, welche hier anzuführen zu weitläuftig seyn würde.

Eine andere Art von Elektrometern hat zur Absicht, die Stärke der elektrischen Funken und der Erschütterungen zu messen, oder doch wenigstens Funken und Schläge von einer gewissen bestimmten Stärke hervorzubringen.

Das hierher gehörige so genannte **Ausladeelektrometer** des Herrn **Lane** *) hat folgende wesentliche Einrichtung: es besteht in einer messingenen Kugel, welche etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hat, an einen getheilten messingenen Maßstab geschraubt und auf ein eigenes Gestelle gebracht wird, so daß man sie in jede Entfernung von dem ersten Leiter der Maschine oder von dem Knopfe einer geladenen Flasche bringen kann. Dieses Elektrometer ist indessen der Unbequemlichkeit ausge-

*) Description of an Electrometer invented by Mr. *Lane*; with an Account of some Experiments made by him with it; in den Philos. transact. Vol. LVII. p. 451.

ausgesetzet, daß die Oberfläche der messingenen Kugel durch die Gewalt des Schlages ihre Glätte verlieret. In einem solchen Falle muß sie wieder poliret werden, außerdem ist das ganze Instrument zum Gebrauche untauglich. Dieses Ausladeelektrometer ist nachher verbessert, und vorzüglich mit zum Gebrauch der medicinischen Elektricität eingerichtet worden. In der fig. 30. ist dieses Elektrometer abgebildet. Es besteht aus einem Glasarme d, welcher von dem Drahte der Flasche ausgehet. Auf das Ende desselben ist eine messingene Hülse e gekittet, in welcher ein Draht steckt, der nach dem Knopf b der Flasche zu mit einem Knopfe c, an dem andern Ende aber mit einem Ringe f versehen ist. Der Draht läßt sich übrigens rückwärts und vorwärts schieben: daher kann man den Knopf c in jede Entfernung von dem Knopfe b bringen, so weit dieß nämlich die ganze Einrichtung des Instrumentes verstattet. Gemeiniglich ist der Draht cf mit Graden bezeichnet, welche die Entfernung der beyden Knöpfe von einander anzeigen, wenn der Draht so gestellet ist, daß der erforderliche Grad und der Rand der Hülse zusammentreffen. Bringt man die leidner Flasche gegen den ersten Leiter a, entfernet alsdann die Kugel c, z. B. $\frac{1}{10}$ Zoll von der Kugel b, und verbindet dann den Ring des Elektrometers durch einen Draht mit der äußern Belegung der Flasche, wie die punktirte Linie anzeiget, so wird sich unter diesen Umständen, wenn die Maschine gedrehet wird, die Flasche zwischen den Knöpfen b c, und durch den Draht f k, so bald sie nur hinlänglich geladen ist, entladen; und man sieht leicht, daß die Entfernungen immer von der nämlichen Stärke seyn müssen, so lange die Knöpfe b c in einerley Verbindung von einander bleiben. Auf diese Weise kann man mehrere Schläge von immer gleicher Stärke erhalten, und durch Körper führen, welche in eine leitende Verbindung mit fk sind gebracht worden. Wenn die Schläge stärker werden sollen, so sieht man leicht, daß die Entfernung beyder Kugeln größer seyn muß.

Auch

Auch Henly's allgemeiner Auslader (m. s. **Auslader**) und Kinnersley Luftthermometer (m. s. **Luftthermometer, elektrisches**) dienen zu diesem Zwecke.

Statt des Drahtes cf nimmt **Sigaud de la Fond** [*]) eine kupferne Schraube am Ende mit einer Platte, die auf dem Maßstabe die Entfernungen angibt.

Ein anderes von **Brooke** angegebenes Elektrometer ist von **Adams** [β]) beschrieben worden. Es wird auf eine mechanische Art versuchet, wie weit ein Schieber, welcher an einem kupfernen Arme am Ende mit einer Kugel beweglich ist, verschoben werden müsse, wenn er den Arm beständig horizontal erhalten soll, indem ein Gegengewicht, welches den Arm zu heben trachtet, immer mit einem Grane vermehret wird. Hieraus entsteht eine Theilung, bey welcher ein jeder Theil einen Gran Kraft mehr anzeigt. Hierauf bringt man einen gleich großen Arm mit einer angehängten Kugel, wie ein cantonsches Elektrometer, an eine getheilte Scheibe, und bringt beyde Instrumente mit einer Ladungsflasche oder dem ersten Leiter in eine Verbindung. Das eine zeigt die Grane der abstoßenden Kraft durch den Grad der Theilung, auf welchen sich der Schieber stellt, das andere aber die correspondirenden Grade der getheilten Scheibe. Auf diese Weise läßt sich eine Tabelle darüber verfertigen, wie viele Grane der Zurückstoßung ein jeder Grad anzeigt. Man hat alsdann nur nöthig, bey den Versuchen das letzte Instrument zu gebrauchen, um zu bestimmen, wie groß die zurückstoßende Kraft ist, verstärkte Grade der Elektricität hervorzubringen.

Auch **Cuthbertson** [γ]) hat einige Elektrometer beschrieben, um die verstärkten Grade der Elektricität zu bestimmen,

*) Précis historique et expér. des phénom. électr. à Paris 1781. sec. II. ch. 4.

β) Versuch über die Elektricität ꝛc. S. 221.

γ) Abhandlung von der Elektricität a. d. Holl. Leipz. 1786. S. 25.

und Herr **Lichtenberg** *) gibt ebenfalls von einem Elektrometer des Herrn **Barbaroux** eine Beschreibung.

Ein sehr vortheilhaft eingerichtetes Ausladeelektrometer hat der Herr **von Hauch** †) angegeben. Es ist dieses ganz auf eben die Principien gegründet, wie das brookische Elektrometer, nämlich auf die abstoßende Wirkung der elektrischen Kraft zwischen zwey Körpern von bekannter Größe, mit dem bekannten Gewichte verglichen, welches zu solcher Wirkung erfordert wird; hat aber vor andern Elektrometern diese ausgezeichneten Vorzüge, daß außer der weit einfachern Einrichtung der Einfluß des Barometerstandes ganz vermieden, und die Friktion auf eine beträchtliche Art vermindert ist.

Es ist dieses Ausladeelektrometer in der fig. 34. vorgestellet, und besteht im Wesentlichen aus folgenden Stücken: o p ist ein Bret von getrocknetem Mahoganyholze 4 Zoll breit und 12 Zoll lang, welches dem ganzen Instrumente zum Fußgestelle dienet. Auf diesem Brete sind zwey massive Glaspfeiler m und n befestiget, welche die zwey messingenen Ringe g, g mit den darein geschraubten Gabeln von gehärtetem Stahle k tragen. Die beyden Ringe g, g sind stark lackirt.

In dem Ringe g ist eine messingene Stange befestiget, welche sich in eine messingene Kugel e von eben dem Metalle endiget, einen Zoll im Durchmesser. Die Stange mit der Kugel zusammen ist $4\frac{1}{2}$ Zoll lang.

In der Gabel k auf dem Pfeiler m ruht auf einer sehr scharfen dreyeckigen und gut gehärteten stählernen Achse eine sehr bewegliche, ungleicharmige Gewichtstange a b. Sie ist 17 Zoll lang, und so eingetheilt, daß der kurze Arm $\frac{1}{3}$ und der lange Arm $\frac{2}{3}$ der ganzen Gewichtstange ausmacht. Der kurze Arm von Messing mit einer Kugel b versehen, gerade von eben der Größe wie e, ist in 45 nach Granen bestimmte Theile

*) Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. III. St. 1. S. 113.

†) Grens neues Journal der Physik. B. I. S. 345. f.

Theile abgetheilet. Der lange Arm a l ist von Glas mit Copalfirniß überzogen, und endiget sich in eine elfenbeinerne Kugel a, worein ein elfenbeinernes Häkchen r paßt, bestimmt die elfenbeinerne Schale h zu tragen, welche in der Absicht, die Isolirung desto besser zu befördern, an drey Haaren hängt.

Auf der Gabel k des Pfeilers n ruht auf einer Axe, welche eben so gebildet ist, wie die eben beschriebene, eine ungleicharmige, sehr bewegliche Gewichtstange cd 11 Zoll lang, und ist eben so eingerichtet, so daß der eine Arm $\frac{1}{3}$ und der andere $\frac{2}{3}$ der ganzen Länge beträgt. Der lange Arm von Messing ist mit einer Kugel d versehen, und in 30 nach Granen bestimmte Theile abgetheilet. Der kurze Arm von Glas endiget sich in eine rundlich lange und mit Copalfirniß überzogene Platte c.

Die beyden messingenen Hülsen ff verbergen die stählernen Gabeln, wie auch die zwey scharfen Achsen und hindern dadurch das Ausströmen der Elektricität.

Auf dem kurzen Arme der obersten Gewichtstange ab gleitet ein messingener Ring q, welcher mittelst der auf der Gewichtstange nach den Gewichten bestimmten und eingeschnittenen Zeichen die Zahl der Grane angibt, welche in die kleine Schale h gelegt erfordert würden, das Gleichgewicht der Stange in jedem Abstande des Ringes q vom Ruhepunkte wieder herzustellen.

Auf dem langen Arme der untersten Gewichtstange cd befindet sich ein beweglicher Ring f, welcher eben wie der Ring q durch seinen Abstand vom Ruhepunkte die Kraft angibt, welche nach Granen bestimmt erforderlich wäre, das Uebergewicht von l d gegen l o zu heben. Die dazu nöthige Kraft wird gefunden, wenn man die Schale h, welche genau 14 Gran wiegt, auf die Glasplatte c sinken läßt, und dann den Ring f fortschiebt, bis beyde Arme der Gewichtstange wieder im vollkommenen Gleichgewichte sind. Der Theil der Gewichtstange, auf welchen hierbey der Ring f geglitten ist, wird in 14 Theile eingetheilt, so daß o auf der Stelle

 stehet,

stehet, wo der Ring stehen muß, wenn das Gleichgewicht der Gewichtstange Statt haben soll, und 14 hingegen da stehet, wo der Ring f das vollkommene Gleichgewicht wieder herstellet, wenn die Schale h auf die Glasplatte c geleget ist. Ein jeder von diesen Theilen gibt also einen Gran an, und ist wieder in Viertel abgetheilet. Der übrige Theil der Skale wird genauer angegeben, wenn man in die Schale h, wenn solche auf die Platte c geleget ist, $\frac{1}{4}$ Gran nach dem andern legt, den Ring f zwischen jeden $\frac{1}{4}$ Gran rückt, bis das völlige Gleichgewicht wieder hergestellet wird, diese Stelle auf der Gewichtstange bezeichnet und so fortfähret, bis 30 Gran auf eben die Art angegeben sind.

Beyde Skalen sind der Deutlichkeit wegen nur nach viertel Granen eingerichtet, obgleich das Instrument so empfindlich und so leicht beweglich ist, und seyn muß, daß $\frac{1}{20}$ eines Granes schon einen Ausschlag gibt.

Beyde Glaspfeiler m und n nebst den auf ihnen befestigten Stahlgabeln sind in das Fußgestelle so eingesetzt, daß beyde Gewichtstangen zwischen einander so wohl als mit der Stange g e völlig horizontal und parallel liegen. In dieser Stellung der Gewichtstange a b muß die Kugel b die Kugel e genau berühren. Der kleinste Glaspfeiler n ist von der Höhe, daß die Kugel d der Gewichtstange c d vom Ringe g genau 4 Linien absteht, und sich nicht bewegen kann, ohne den letzten zu berühren.

Die kleine Schale h ist so gehängt, daß zwischen ihr und der Schale c genau ein Abstand von 2 Linien ist.

In einem jeden von den messingenen Ringen g, g befindet sich ein kleines Loch, damit man das Instrument mit den beyden Seiten einer elektrischen Flasche oder Batterie verbinden kann.

i ist ein messingener Draht mit einem hohlen Stückchen Elfenbein, bestimmt die Gewichtstange c d zu unterstützen, welche in d nothwendiger Weise überwichtig ist, um dadurch die fortdauernde Bewegung zwischen einer jeden mit diesem Instrumente vorzunehmenden Ausladung zu verhindern.

Leicht

Leicht ist zu begreifen, daß sich die Gewichtsstange a b nicht bewegen kann, ohne daß zu gleicher Zeit a einen doppelt so großen Weg beschreibt als b, und daß eben dieses bey der Gewichtstange c d zwischen d und c Statt finden muß.

Verbindet man also a b mit der inwendigen, und c d mit der auswendigen Seite einer Batterie, doch so, daß das Instrument außer der elektrischen Atmosphäre in dem gehörigen Abstande ist, und ladet darauf die Batterie, so wird die abstoßende Wirkung der elektrischen Kraft die Kugel b vermögen, die Kugel e zu verlassen; dadurch wird die Schale h mit doppelter Geschwindigkeit sinken, so daß, wenn die Kugel b eine Linie gestiegen ist, die Schale h zwey Linien gesunken seyn muß. Wenn sie zu dieser Tiefe gelangt, wird sie die Platte c berühren, und diese muß die darin rege gemachte Kraft zu sinken vermocht werden, wodurch d im verdoppelten Verhältnisse mit dem Sinken von c wieder steigen muß, so daß wenn c zwey Linien gesunken, d vier Linien gestiegen ist, d in dem Augenblicke den Ring g berühret, wodurch die beyden Seiten der Batterie mit einander verbunden werden und die Ausladung geschiehet.

Da aber die Anziehung der elektrischen Kraft zwischen ungleichartigen Atmosphären unter gleichen Umständen wenigstens schon so stark ist als die abstoßende Wirkung zwischen gleichartigen Atmosphären, so würde daraus folgen, daß die elektrische Kraft, anstatt die Kugel b von der Kugel e wegzustoßen, d vielmehr anziehen, und durch ihre Berührung mit g die Ausladung befördern würde, wodurch das Instrument die Absicht ganz verfehlte, und der Temperatur der Atmosphäre unterworfen würde, so wie alle andere Arten von Ausladeelektrometern. Diesen Fehler zu verhindern, muß man das Instrument bey allen elektrischen Versuchen so appliciren, daß die Kraft, womit die Kugel d von a b angezogen werden könnte, an Stärke die Kraft übertreffe, welche erfordert wird, die Kugel b von der Kugel e abzustoßen. Zu den Ende schiebe man den Ring f stets zwey Abtheilungen weiter hinaus auf c d gegen d, als den Ring q

auf ab gegen b. Es wird z. B. eine elektrische Kraft erfordert gleich 8 Gran Gewicht; in dieser Absicht wird der Ring q auf die Stelle geruckt, wo 8, und der Ring f auf die Stelle, wo 10 stehet; alsdann wird die abstoßende Kraft die Kugeln b und e wegstoßen, ehe g die Kugel d anziehen kann, da hierzu eine Kraft von 2 Gran erforderlich wäre, außer der bereits wirkenden Kraft von 8 Gran. Die Schale h wird mit ihrem Gewichte von 14 Gran das Uebergewicht von kd gegen kc leicht überwinden, da solches nicht mehr als 10 Gran beträgt; und daher nichts vorhanden ist, was die Ausladung verhindern kann.

Wenn der Ring f vermittelst der verlangten Stärke der Kraft gegen d so weit hinaus gerückt wird, daß die Schale h mit ihrer Schwere nicht im Stande ist, das Uebergewicht von kd gegen kc zu zerstören, so muß die wirkende Kraft der Schale h durch zugelegtes Gewicht so weit vermehret werden, daß solches mit einem Uebergewichte von 4 Gran Schwere auf die Platte c wirken kann. Es wird z. B. eine elektrische Kraft von 14 Gran verlangt, so ruckt man den Ring f zu 16, wodurch kd auf i ruhet mit 16 Gran Uebergewicht gegen kc. Soll nun h mit einem Uebergewicht von 4 Gran auf die Platte c wirken, so muß solche bis 20 Gran Gewichte vermehret, und also mit 6 Gran beschweret werden, da sie nicht mehr als 14 Gran wiegt, welche 6 Gran man wieder auf kb bringt, und daher den Ring q gegen b bis 20 schiebt, da die Stärke der abstoßenden Kraft so durch 14 Gran Gewicht bestimmt wird.

Elektrometer, atmosphärisches s. **Luftelektrometer.**

Elektrometrie (electrometria, électrométrie). Man kann hierunter eine eigene Wissenschaft verstehen, welche die Gesetze der Wirkungen der anziehenden und zurückstoßenden Kraft der elektrischen Materie durch Anwendung der Mathematik untersuchet.

Erst in den neuern Zeiten haben sich die Herrn **de Lüc** *) und **Volta** bemühet, Gesetze zu finden, auf welche eine solche Wissenschaft gegründet werden könnte. Es fehlet aber doch noch sehr viel, mit den bis jetzt bekannten Werkzeugen und aus den damit angestellten Versuchen alles dasjenige herzuleiten, was einer Messung unterworfen werden könnte. Die große Menge von Elektrometern, welche alle zu dieser Absicht sind erdacht worden, verstattet es bey weitem noch nicht, die Wirkungen der elektrischen Materie auf feste Gesetze zurückzuführen und sie mit andern bekannten Wirkungen, als z. B. mit der Schwere, richtig zu vergleichen. Erst hat Hr. **Coulomb** mittelst seiner elektrischen Wage dieß Gesetz bewiesen: daß die Kraft, womit sich gleichartig elektrisirte Körper abstoßen, umgekehrt verhalte, wie das Quadrat der Entfernung.

Einen Versuch der Ausführung hat Herr **Späth** β) in Altorf gemacht, und Herr **Volta** verspricht in seinen meteorologischen Briefen eine ganz eigene Ausführung über die Elektrometrie.

Elektrophor, beständiger Elektricitätsträger electrophorus perpetuus, électrophor perpetuel) ist eine vom Herrn **Volta** im Jahre 1775. bekannt gemachte Vorrichtung, die in selbiger erregte Elektricität auf eine lange Zeit zu erhalten, ohne sie aufs neue erregen zu dürfen.

Die Erfindung des **Elektrophors** ist, nach Herrn Hofrath **Lichtenberg** γ), nicht dem Herrn **Volta** sondern dem Herrn **Wilke** δ) zu zuschreiben, welcher im Jahre 1762 eine Vorrichtung angab, durch welche man die Belegungen einer Glastafel nach geschehener Ladung von der Tafel selbst trennen und alle Theile besonders untersuchen kann. Auch findet

*) Neue Ideen über die Meteorologie. S. 263 u. f.

β) Abhandlung über Elektrometer. Nürnberg 1791. 8.

γ) De noua methodo naturam ac motum fluidi electrici inuestigandi. Comment. prior in Nov. comment. soc. Reg. scient. Goett. Tom. VIII. ad. an. 1777. p. 168.

δ) Schwed. Abhandl. 24ter Theil: von den entgegengesetzten Elektricitäten bey der Ladung, 20 Vers. S. 271.

det man schon in den Schriften der Herrn **Aepinus**, **Cigna** und **Beccaria** auf die Einrichtung des Elektrophors führende Versuche. Da aber allem Vermuthen nach **Volta** die **wilkenschen** Versuche nicht gekannt, statt der Glastafeln die weit bequemern Harzkuchen eingeführet, und das ganze Werkzeug zuerst bekannter gemacht hat, so ist es billig, ihm an der Ehre der Erfindung einen gebührenden Antheil nehmen zu lassen. Ein Streit des P. **Beccaria** über den Grundsatz des letztern: **der sich selbst wieder herstellenden Elektricität**, gab ihm zu dieser Entdeckung Gelegenheit. Er läugnete, daß ein Leiter und ein erregter Nichtleiter bey Verbindung ihrer Flächen die Elektricitäten ablegten, bey der Trennung aber wieder ergriffen; vielmehr behauptete er, daß die Elektricitäten nur so lang, als die eine in den Wirkungskreis der andern sich befände, in einem gewissen Gleichgewicht wären, oder unwirksam würden. Er bewies dieß durch einen isolirten Leiter, welchen er auf eine geriebene Harzplatte gesetzet hatte, und weil er fand, daß die in ihr erregte Elektricität eine lange Zeit fortdauerte, so gab er dieser Einrichtung dem Versuche gemäß den Nahmen Elettroforo perpetuo.

Diese gemachte Erfindung des Herrn **Volta** wurde bald theils durch Privatbriefe theils durch einige gedruckte Abhandlungen [a]) bekannt, und mit großem Beyfall aufgenommen. Sie machte anfänglich den Physikern viel zu schaffen, man entdeckte aber bald, daß hierbey alles auf die Gesetze der elektrischen Atmosphäre ankomme.

Zu

[a]) Volta's Brief an Priestley in der mayländischen scelta di opuscoli interessanti. Tom. IX. p. 91. und Tom. X, p. 73. imgl. lettre de Mr. *Alexandre Volta* sur l'electrophore perpetuel de son invention; trad. de l'ital. p. M. l'Abbé M*** in *Rozier* observat. sur la physique. T. VII. Juill. 1776. p. 21. imgl. lettre de Mr. *Rouland* in *Rozier* observ. sur la phys. T. VI. May 1776. p. 438. imgl. lettre de Mr. l'Abbé I*** de Vienne en Autriche in *Rozier* observ. sur la phys. T. VI. Juin 1776. p. 501. imgl. Schreiben eines Geistlichen zu Wien (Jacquet) an einen seiner Freunde zu Preßburg von dem immerwährenden Elektrophor, a. d. Franz. mit Anmerk. übers. von A. H. Hildebrandt. Wien 1776. 8.

Zu den wesentlichen Theilen des Elektrophors gehören 1. die nicht leitende Materie, als Glas, Harz u. s. f. welche der **Kuchen** genannt wird, 2. der leitende Körper, worauf der Kuchen sich befindet, welcher die **Form** oder der **Teller** oder die **Schüssel** heißt; man nennt auch diese beyden wesentlichen Stücke zusammen die **Basis** oder **Unterscheibe**, 3. die an seidenen Schnüren befestigte Platte, welche der **Deckel** oder auch die **Oberscheibe** genannt wird.

Zu dem Kuchen eines Elektrophors ist eine jede nicht leitende Materie geschickt, das Glas, Harz, Pech, Colophonium, Siegellack, Schwefel u. d. gl. welche durch Reiben mit dazu geschickten Materien elektrisiret werden (beym Glase mit Leder, welches mit dem gewöhnlichen Amalgama bestrichen ist, bey harzigen Materien mit Katzen- Kaninchen- Marder- Hasenfell u. s. f.). Dr. **Pickel** in Würzburg gibt folgende zusammengesetzte Masse an: 5 Theile gummi lacca in tabulis, 3 Theile reinen Mastix und 2 Theile venetianischen Terpentin, welches alles zusammen in eine Leinwand gebunden, in einem neuen irdenen Geschirr bey gelindem Kohlfeuer zerlassen, durch die Leinwand gedruckt, und entweder noch flüssig in die Form gebracht, oder auch nach dem Erkalten in Gestalt des Pulvers aufgestreuet und wieder zerlassen wird. Eine andere Composition schlägt **Jacquet** vor, welche aus Colophonium und weißem Wachse, von jeder Sorte gleich viel, nebst etwas Terpentin, um das Springen zu verhüten, zusammengesetzet ist. Noch eine andere Mischung gibt der Abt **Robert** *) an, welche nicht allein weit mehrere Elektricität geben, sondern auch dieselbe weit länger erhalten soll, als die gewöhnlichen Massen, und welche daher auch vorzüglich bey den elektrischen Lampen sehr gute Dienste thun könnte. Sie besteht aus folgenden Ingredienzien: ½ Unze Pech, 2 Unzen Jungfernwachs, 3 Unzen venedischen Terpentin, 3 Unzen

*) Esprit des Journeaux 1790; im gothaischen Magazin. B. VII. St. 3. S. 87 f.

zen Harz und 10 Unzen Gummilack; man schmelzt sie in einem neuen irdenen Tiegel bey gelindem Feuer zusammen.

Die Form, in welche der Harzkuchen gegossen wird, besteht aus einer reinen Metallplatte, oder aus einem trocknen Brete mit Stanniol oder Goldpapier oder Silberpapier ganz überzogen. Nur muß die Oberfläche, so viel als möglich, recht glatt gemacht, und die Form ganz ohne Ecken und daher vollkommen rund seyn. Am Umfange rund herum hat sie einen Rand von etwa 1 bis 2 Linien Höhe, um das Abfließen der hineingegossenen Harzmassen zu verhüten. Das eingegossene Harz muß mit dem Rande gleich hoch stehen, doch dieser aber unbedeckt bleiben. Die Oberfläche des Harzkuchens muß vollkommen glatt, ohne Risse und ohne Blasen seyn, die untere Fläche desselben aber an die obere Fläche der Form oder des Tellers vollkommen genau anschließen. Sollten etwa beym Aufgießen der Harzmasse Blasen bleiben, so ist allmahl anzurathen, glühende Platteisen in Bereitschaft zu halten, sie nahe an die Blasen zu bringen, ohne das Harz zu berühren, um die Blasen durch die Hitze zu tilgen. Sollten etwa auch nach dem Erkalten des Kuchens Risse entstehen, so lassen sich auch diese durch das Ueberfahren mit einem heißen Eisen zuschmelzen. Nach **Roberts** Vorschlage wird die blecherne Form, in welche die Masse gegossen wird, vorher erhitzt. Die Dicke des Kuchens darin kann durch ein vorsichtiges Abdrehen von 1 bis zu 4 oder 5 Linien gehen, und die Erfahrung hat gelehret, daß diese letztere Dicke die besten Dienste thue. Um die Blasen auf der Oberfläche zu vermindern, läßt **Robert** die Materien so langsam schmelzen, als es nur möglich ist; oder man schmelzt nach des Herrn Profess. **Voigts** Vorschlage etwa die Hälfte mehr, als man eigentlich braucht, und gießt nach dem Schmelzen den obern schaumigen Theil erst in ein anderes Gefäß ab, oder, wenn man sparsam verfahren will, man gießt diesen Schaum besonders in die Form, läßt ihn ein wenig erharschen, und gießt alsdann den ganz blasenlosen Rest noch darüber her. Wenn man dem Kuchen einen

einen sehr großen Durchmesser gibt, so erhält man eine bequeme Scheibe zu einer Elektrisirmaschine, welche statt der so kostbaren Glasscheiben gebrauchet werden kann.

Was endlich den Deckel betrifft, welcher auch das **Schild**, der **Conduktor**, und wegen der Gestalt, die man ihm sonst gab, die Trommel genannt wird, so muß dieser ein vollkommener isolirter Leiter seyn, welcher abgerundet, und ringsum ein oder ein Paar Zolle schmäler als der Harzkuchen selbst ist; an diesem muß er aber ganz genau angeschlossen, und sodann davon wieder weggenommen werden können. Man nimmt hierzu entweder eine runde zinnerne Scheibe oder eine runde Platte von trocknem Holze, welche mit Stanniol vollkommen glatt allenthalben überzogen ist. Um nun diesen Deckel isolirt aufheben und aufsetzen zu können, befestiget man an der Oberfläche im Umkreise drey oder vier seidene Schnüren, welche in der Höhe von etwa 10 bis 12 Zoll zusammengeknüpft werden, oder man kittet in der Mitte eine gläserne Röhre an, welche überfirnißt wird; dieser gläserne Handgriff gewähret noch den Vortheil, daß man den Deckel auch in andere Lagen als die horizontale bringen kann. Der Herr **Robert** nimmt zum Deckel eine Scheibe von Tannenholz mit Stanniol überzogen, welcher mittelst drey seidener Schnüren aufgezogen wird, die **Robert** den gläsernen Handgriffen vorzieht, weil sie nicht so viele Feuchtigkeit annehmen, und auch nicht so zerbrechlich sind, wie die gläsernen Griffe.

Der ganze Elektrophor ist fig. 33. abgebildet. Nach **Cavallo** *) ist der Kuchen eine mit einer Composition aus gleichen Theilen von Harz, Siegellack und Schwefel überzogene Glasscheibe, und die Form der Tisch oder eine zinnerne Scheibe, auf welche der Deckel geleget wird, der Deckel hingegen bestehet aus einer Metallplatte mit einem gläsernen Handgriffe.

Der

*) Vollständige Abhandlung der Lehre der Elektricität. B. I. Leipz. 1797. S. 346.

Der größte, je gebrauchte Elektrophor ist in Göttingen von dem dasigen Mechanikus **Klindworth** verfertiget worden *). Die Scheibe von Harzcomposition hatte 7, der Deckel 6 pariser Fuß im Durchmesser. Der Deckel war massiv und wog 76 Pfund, und ward durch einen Flaschenzug auf und niedergelassen, am äußern Rande des Tellers, welcher mit Zinnfolie beleget war, befand sich ein Haken mit einer Kette, an deren Ende eine Kugel hing, um eine Verbindung mit dem Deckel dadurch zu bewirken, welche man sonst mit der Hand macht.

Die Elektricität des Harzkuchens wird durchs Reiben mit weichem, neuen Flanell oder mit einem Katzenfelle, oder durch Peitschen mit einem Fuchsschwanze erwecket. Ein solcher Harzkuchen behält die entwickelte Elektricität eine geraume Zeit, und wird in selbigem am stärksten, wenn der Teller nicht isoliret ist. Wenn der Teller also etwa auf einem Tische oder sonst auf einer Unterstützung ruhet, welche nicht genugsam leitete, so ist es vortheilhaft, an selbigen einen Metalldraht anzubringen, und ihn mit der Erde in Verbindung zu bringen. Der auf diese Weise elektrisirte Harzkuchen zeigt nun folgende Erscheinungen:

1. Setzt man den Deckel horizontal auf den Kuchen, und hebt ihn hernach an den seidenen Schnüren oder an den gläsernen Handgriff ab, so zeigt er gar keine Elektricität, wenn er außer die Atmosphäre des Harzkuchens gebracht wird.

2. Bringt man den Deckel auf den Harzkuchen, und berühret ihn nun, so erhält man einen kleinen aber schneidenden Funken, und er verliert alle Elektricität, so lange er auf dem Kuchen liegt. Erhebt man ihn hierauf, bringt ihn außer die elektrische Atmosphäre des Harzkuchens, und berührt ihn dann wieder, so erhält man abermahls einen Funken.

3. Ist der Elektrophor nicht isoliret, der Deckel auf den Harzkuchen gebracht, und es wird derselbe mit dem einen, die

Form

*) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. I. St. 2. S. 42.

Form aber mit dem andern Finger berühret, so erhält man bey starker Elektricität einen erschütternden Schlag, wie aus der geladenen Flasche.

4. Das Verfahren nro. 2 und 3 läßt sich so oft, als man will, wiederhohlen, und der Erfolg ist immer der nämliche, ohne daß der Kuchen etwas merkliches von seiner Elektricität verlieret. Auf diese Weise kann man bey einer einzigen Reibung des Elektrophors oft Monathe lang elektrische Funken erhalten. Dieserwegen heißt auch der Elektrophor ein beständiger Elektricitätsträger.

5. Wenn mit dem Deckel, welcher auf den Kuchen gesetzet ist, ein Elektrometer in leitender Verbindung ist, so zeigt dieser — E, wenn der Kuchen — E hatte, beständig die gleichnahmige Elektricität des Kuchens.

6. Wenn der auf dem Kuchen berührte Deckel außer die Atmosphäre des Kuchens gebracht wird, so zeigt er alsdann + E, wenn der Kuchen — E hatte; immer die entgegengesetzte Elektricität des Kuchens.

7. Wird die Basis isoliret, so erhält man bey Berührung des Deckels einen stechenden Funken, wenn er auf den Kuchen ist geleget worden; jedoch ist dieser Funke nicht so stark, als wenn die Basis nicht isoliret ist; berühret man den Deckel und die Form zugleich, so bekommt man ebenfalls, wie bey der nicht isolirten Basis, einen Erschütterungsfunken.

8. Wenn nach diesen Berührungen nro. 7. der Deckel in die Höhe gehoben wird, so zeiget nicht allein dieser, sondern auch die Form Elektricität, und zwar jener + E, und diese — E, wenn der Kuchen — E hatte, alle Mahl der Deckel die entgegengesetzte, die Form aber die gleichnahmige Elektricität des Kuchens.

9. Wenn der in der Höhe berührte Deckel zum zweyten Mahle auf den Kuchen gesetzet wird, nachdem man das erste Mahl die Form und den Deckel zugleich berühret hatte, so bekommt man bey der zweyten ähnlichen Berührung einen schwachen Erschütterungsfunken, oder auch gar keinen.

10.

10. Wenn der Deckel nach gehöriger Berührung auf dem Kuchen in die Höhe gehoben, und nun, ohne ihn zu berühren, zum andern Mahl niedergelassen wird, so sind in allen Fällen Form und Deckel ganz tod und zeigen gar kein Merkmahl einer Elektricität.

Aus diesen Erscheinungen läßt es sich leicht begreifen, daß der Deckel durch Aufsetzung auf den Kuchen und durchs Abnehmen von demselben eben diese Dienste leiste, wie der elektrisirte Conduktor an der Maschine, nur mit der größern Unbequemlichkeit, daß der Deckel bey der Berührung in der Luft seine Elektricität verlieret, und erst wieder neue durchs Aufsetzen und Abnehmen von dem Kuchen erhält. Es läßt sich also mittelst eines Elektrophors eben so gut, als wie mit der Elektrisirmaschine die leidner Flasche laden. Ist nämlich die äußere Belegung der Fläche nicht isoliret, oder mit einem leitenden Körper in Verbindung; so bringt man den isolirten Deckel nach dem Abnehmen von dem Kuchen an den Knopf des mit der innern Belegung der leidner Flasche in Verbindung stehenden leitenden Drahtes; wiederhohlet man diese Arbeit, so kann dadurch die Flasche stark mit Elektricität geladen werden. Auch läßt sich die Flasche durch das Elektrophor auf entgegengesetzte Art laden, wenn man die Flasche am Knopfe hält, und den Funken des Deckels in die äußere Belegung übergehen läßt. Vermittelst einer geladenen Flasche läßt sich auch die Elektricität eines Elektrophors verstärken; soll nämlich der Elektrophor mehr — E erhalten, so stellt man die an der innern Belegung mit + E geladene Flasche auf den Kuchen, faßt sie oben beym Knopfe an, und führt sie so auf dem Kuchen hin und her; soll aber der Kuchen noch mehr + E erhalten, so fährt man mit dem Knopfe der Flasche auf dem Kuchen herum, indem man sie bey ihrer äußern Belegung anfaßt.

Man kann auch die Elektricität des Elektrophors ungemein dadurch verstärken, wenn diejenige Person, welche das Reiben unternimmt, indessen auf einem isolirten Gestelle durch eine Elektrisirmaschine positiv elektrisiret wird.

Herr

Herr Schäffer *) führet an, daß er mit dem Elektrophor sehr sonderbare Versuche angestellet habe, woraus zu erhellen scheine, daß bey der Elektricität ein elektrischer Magnetismus Statt finde. Es sollte eine über den Mittelpunkt des Elektrophors aufgehängte Glocke in eine Schwungbewegung von Norden nach Süden kommen; hienge hingegen selbige zur Seite des Elektrophors, so solle diese Bewegung nach dem Mittelpunkte gerichtet seyn. Es müsse jedoch die Schnur, woran der schwingende Körper hange, von einer dazu geschickten Person berühret oder gehalten werden. Selbst alles, was man auf dem Harzkuchen lege, nehme diese Eigenschaft an, und bringe darüber gehaltene Körper zum Schwingen u. s. w. Alle diese Versuche gelängen aber nicht jedermann, ihm aber allezeit, auch denen, welche er berühre u. s. f. Sie haben sich aber auf keinen Fall bestätiget, und sind daher keines Weges geschickt, allgemein geltende Folgen daraus zu ziehen.

Alle diese angeführten Erscheinungen lassen sich sehr glücklich aus den elektrischen Atmosphären herleiten, und dienen zugleich, die Gesetze der Elektricität ins Licht zu setzen. Daß hier eigentlich keine Mittheilung der Elektricität Statt findet, läßt sich leicht daraus begreifen, weil bey glatten Oberflächen leitender Körper auch in der Berührung mit elektrisirten Körpern kein Uebergang von Elektricität durch Mittheilung so leicht geschiehet. Nach dem franklinischen Systeme lassen sich die elektrischen Phänomene des Elektrophors auf folgende Art erklären: ein jeder geriebene Elektrophor ist mit seinem darauf liegenden Deckel als eine geladene und belegte Flasche oder Glastafel zu betrachten, und verhält sich ganz wie diese. Wird nämlich der Harzkuchen gerieben oder gepeitscht, so wird er negativ elektrisiret, d. h. es wird ihm von seiner natürlichen Elektricität entzogen. Weil

*) Abbildung und Beschreibung des beständigen Elektricitätsträgers. Regensb. 1776. 4. Fernere Versuche mit dem best. Elekt. Regensb. 1777. 4.

Weil nun die Wirkungen der elektrischen Anziehung, oder die elektrischen Wirkungskreise auf keine Weise durch dünne Nichtleiter aufgehalten werden (m. s. **Elektricität**), so strebt die Elektricität der Schüssel, welche als die untere Belegung der Harztafel zu betrachten ist, diesen Mangel zu ersetzen, und zieht daher aus den berührenden Leitern verhältnißmäßig so viele elektrische Materie an, als die obere Fläche verlieret. Es wird also in diesem Falle die Schüssel positiv elektrisiret, und die abstoßende Kraft dieser daselbst angehäuften elektrischen Materie verstattet die Entziehung derselben von dem Harzkuchen. Wenn nun der leitende Deckel isolirt auf den Kuchen geleget wird, so sucht die natürliche elektrische Materie desselben in den negativ elektrisirten Kuchen überzuströmen, und es entsteht im Deckel Elektricität durch Vertheilung, es wird also die untere Fläche positiv, während die obere Fläche negativ ist. Nimmt man nun den Deckel, ohne ihn zu berühren, wieder weg, so geht alles in den vorigen natürlichen Zustand zurück, und der Deckel kann keine Elektricität zeigen; wird er hingegen auf dem Kuchen mit dem Finger berühret, so entsteht ein Funke, weil sich aus dem berührenden Finger elektrische Materie in die negative obere Fläche des Deckels ergießt; alsdann aber ist alle Elektricität vorbey. Wird jedoch nun der Deckel isolirt aufgehoben, so ist er positiv elektrisiret, weil sich die auf der untern Fläche vorher angehäufte elektrische Materie über die Oberfläche des ganzen Deckels verbreitet, und bereits die obere Fläche desselben den Mangel der elektrischen Materie durch den berührenden Finger ersetzet hat. Berühret man die Form und den Deckel zugleich, so kann nun die Form ihre angehäufte elektrische Materie fahren lassen, welche sich in die obere Fläche des Deckels gleichförmig ergießt; die Anziehung der negativen Fläche des Kuchens kann nun freyer auf die natürliche elektrische Materie des Deckels wirken, und sie nach seiner untern Fläche ziehen. Man sieht also leicht ein, warum man in einem solchen Falle einen Erschütterungsfunken erhält. Ist die Basis isoliret,

liret, so wird durch die positive Elektricität der Form die negative der obern Fläche des Kuchens in ihrer Thätigkeit gehemmt, und daher ist die negative Elektricität der obern Fläche des Deckels nur schwach. Berührt man hingegen die isolirte Form und den aufliegenden Deckel, so wird man aus eben dem Grunde, wie bey der nicht isolirten Form, einen Erschütterungsfunken erhalten. Wenn der auf dem Kuchen gelegte Deckel berühret, nachher aufgehoben, und zum zweyten Mahle unberührt wieder auf den Kuchen gebracht wird, so muß nothwendig alle positive Elektricität desselben verschwinden.

Nach dem dualistischen Systeme ist die Erklärung folgende: wird der Harzkuchen gerieben oder gepeitscht, so wird sein natürliches — E auf der Oberfläche frey, und zeigt daher auch — E. Setzt man nun den Deckel auf diesen mit — E elektrisirten Kuchen, so stößt dieses — E das — E des Deckels nach der obern Seite desselben fort, und zieht dagegen + E an, und bindet selbiges. Hebt man den Deckel, ohne ihn zu berühren, wieder vom Kuchen weg, so verbindet sich nun das zurückgetretene — E mit dem + E, und es entsteht dadurch wieder das vorige Gleichgewicht, und es kann daher der Deckel keine Elektricität zeigen. Wird aber der Deckel auf dem Kuchen liegend berühret, so sättiget sich das zurückstoßende — E mit dem + E des Fingers, und es entsteht ein Funke; und es wird nun + E — E = o, d. h. der Deckel zeigt nun, so lange er auf dem Kuchen liegen bleibt, keine Elektricität; hebt man aber den Deckel ab, und bringt ihn außer den Wirkungskreis des Kuchens, so wird sein von dem — E des Kuchens gebundenes + E frey, und gibt daher bey Berührung des Fingers einen Funken, indem es sich mit dem — E des Fingers sättiget. Wird der Deckel von neuem auf den Harzkuchen gebracht, so wird das — E desselben zurückgestoßen, indem das — E des Kuchens das + E des Deckels anziehet. Dadurch kann nun aber das — E des Kuchens nicht mehr so viel durch das Reiben an die andere Fläche des Kuchens zu-

rückgetretenes + E binden, daher stößt dieses das freygewordene + E der Form zurück. Wird nun der Deckel und die Form zugleich berühret, so geht das + E der Form und das — E des Deckels in einander über, sättigen sich, und geben einen erschütternden Schlag. Weil der Kuchen dem Deckel keine Elektricität mittheilet, so ist es auch leicht zu begreifen, daß der Harzkuchen durch Elektrisirung des Deckels in seiner elektrischen Kraft nicht geschwächt werde. Ist die Basis des Elektrophors isoliret, so kann nun die Form kein + E abgeben; demnach bindet dieses einen Theil — E in dem Harzkuchen, und schwächt dadurch die Wirkung seiner Atmosphäre. Bringt man alsdann den Deckel auf den Kuchen, so kann das noch übrige freye — E des Kuchens allein nicht so viel — E des Deckels zurückstoßen, und der selbigem genäherte Finger wird nur einen geringern Funken geben, als wenn die Basis nicht isolirt ist. Berührt man aber den Deckel und die Form zugleich, so entbindet sich das + E der Form und das — E des Deckels, sättigen sich und geben einen wie wohl schwächer erschütternden Funken, als bey unisolirter Basis. Wird nach diesen Berührungen der Deckel in die Höhe gezogen, so wird das vom — E des Kuchens gebundene + E frey, uud gibt positive Elektricität; dieß — E des Kuchens aber zieht nun + E von der andern Seite des Kuchens an, und das dadurch an dieser Seite frey gewordene — E stößt das — E in der Form zurück, welche isolirt ist, und zeigt sich daher als freyes — E. Wenn aber der Deckel, ohne berührt zu werden, niedergelassen wird, so kehrt es in den vorigen Zustand zurück, und man bemerkt daher gar keine Elektricität.

Bald nach Bekanntmachung des Elektrophors wurden die Erscheinungen des Elektrophors aus den Gesetzen der Atmosphären hergeleitet, und **Ingenhouß** *) suchte alles dem

*) Philos. transact. Vol. LXVIII. P. II. n. 48. übers. in d. Leipz. Sammlungen zur Phys. und Naturg. B. II. St. 5. S. 515.

dem franklinischen, hingegen **Wilke** [*]) und andere dem dualistischen System gemäß zu erklären. Weil aber die **ingenhoußische** Erklärung besonders in Ansehung der Wirkung der Form noch einige Schwierigkeiten zurück ließ, so bemühete sich der Herr Prof. **Winkler** diese zu heben. Einen Abriß von der Theorie des Prof. Winklers gibt der Abbe **Empain** [β]). Wird nämlich nach dieser Theorie der Deckel in die Atmosphäre des geriebenen Kuchens gebracht, so verbreitet sich auf der Oberfläche desselben die elektrische Materie, erreicht aber, selbst bey unmittelbarer Berührung zwischen dem Deckel und Kuchen alsdann erst ihr Großes, wenn der Deckel mit einem nicht isolirten Leiter berühret wird. Dieses wird durch einen Versuch mit einem auf den Deckel gesetzten Elektrometer bewiesen, und also erkläret: ist der Kuchen in einem positiven Zustande, so wird die elektrische Materie im Deckel durch die abstoßende Kraft der im Kuchen angehäuften elektrischen Materie an die entferntesten Stellen des Deckels zurückgetrieben, wegen der nicht leitenden Kraft der umgebenden Luft häuft sie sich also daselbst an, wirkt auf die im Kuchen befindliche elektrische Materie zurück, und schwächt dadurch die abstoßende Kraft im Kuchen. Die Berührung mit einem Leiter aber verschaft der elektrischen Materie einen freyen Durchgang zur Erde; so bald sie abgeführet ist, widersteht sie der abstoßenden Kraft der im Kuchen befindlichen elektrischen Materie nicht mehr, daher zeigt sich nun letztere wirksamer. Ist hingegen der Kuchen negativ elektrisiret, so wird nun die elektrische Materie des Deckels nach dem Kuchen hingelockt, bleibt aber ebenfalls an der Fläche des Deckels angehäuft, behält jedoch immer ein Bestreben nach den entferntesten Stellen zurückzugehen; dadurch wird aber die anziehende Kraft des Kuchens gewißer Maßen geschwächt. Bringt man

[*]) Untersuchung der bey Herrn Volta's eletroforo perpetuo vorkommenden Erscheinungen in den schwedisch. Abhandl. B. 39. S. 54. 116. u. 120.

[β]) Esprit des Journeaux Fevr. 1788. im gothaischen Magazin. B. V. St. 3. S. 110. f.

man hingegen einen Leiter an den Deckel, so geht elektrische Materie an die entferntesten Stellen des Deckels zurück, häuft sich daselbst an, so daß nun die anziehende Kraft des Kuchens sich wirksamer zeigen muß.

Kömmt alsdann noch eine Ursache hinzu, welche der Wirkung des Kuchens auf die Form entgegengesetzet ist, so wird sich die Kraft der elektrischen Materie im Kuchen allein gegen den Deckel wirksam erweisen. Eine solche Ursache entstehet, wenn bey Isolirung des Elektrophors die Form mit einem Leiter in Verbindung ist. Ist also der Elektrophor nicht isolirt, so ist diese Ursache beständig schon vorhanden. Um aber hier die Einwendung zu entfernen, daß die Wirkung des Kuchens durch die Berührung eines Leiters mit dem Deckel stärker werde, bey der Form aber gerade das Gegentheil erfolge, wird nun gezeigt, was in der Form vorgehe. So bald der Kuchen gerieben und die untere Seite negativ wird, so drängt sich die elektrische Materie der Form gegen den Kuchen hin, und es entsteht auf der Außenseite der Form ein Vacuum, welches sich wieder mit elektrischer Materie aus den berührenden Leitern anfüllt. Es hat folglich die Form im Ganzen mehr elektrische Materie, als im natürlichen Zustande. Wird aber der Deckel aufgesetzet, so wird ein Theil der Wirksamkeit des Kuchens auf diesen verwendet. Berührt man hierauf den Deckel mit der Hand, so wird nun die Wirkung des Kuchens auf den Deckel noch größer; hingegen wenn man den Finger der Form nähert, so thut die in selbiger befindliche elektrische Materie einen gewißen Widerstand, und es wird daher die Materie des Kuchens genöthiget, ihre Wirksamkeit beynahe gänzlich nach dem Deckel hin zu lenken. (Noch weit natürlicher dem franklinischen System gemäß erkläret sich diese Erscheinung so: bey der Annäherung des Fingers, welcher im natürlichen Zustande weniger elektrische Materie besitzet, als die Form in eben benanntem Falle, sucht sich daher ein Theil der elektrischen Materie der Form in den nahe gebrachten Finger zu ergießen, um das gestörte Gleichgewicht herzustellen; dadurch

durch ist aber auch nothwendig das Gleichgewicht zwischen dem Deckel und Kuchen aufgehoben, und es ist eben so viel, als wenn der Kuchen einen größeren Mangel an elektrischer Materie erlitten hätte, folglich wird sich nun auch mehr elektrische Materie des Deckels gegen die untere Fläche desselben hinlenken, und es gewinnt daher das Ansehen, als wenn nun der Kuchen stärker auf den Deckel wirke). Da also der Kuchen nicht mehr auf die Form wirkt, so gibt diese den überflüssigen Theil der elektrischen Materie auf den Finger ab. Auf diese Weise erkläret sich der positive Funken, welchen die Form gibt, wenn der Deckel auf dem Kuchen sich befindet. Wird der Deckel abgehoben, so ist nun die Wirksamkeit ganz allein gegen die Form gerichtet, zieht, wenn er negativ ist, die elektrische Materie der Form an sich, und bewirket dadurch an der Außenseite derselben ein Vacuum. Diese Wirkung des Kuchens wird erleichtert, wenn die Form mit einem Leiter verbunden ist, weil die natürliche Elektricität der Form sich mit Schwierigkeit in einem Theile anhäufen kann, wenn das dadurch entstehende Vacuum nicht aus andern Leitern ersetzet wird. Dieß ist die Erklärung des negativen Funken, wenn der Deckel abgehoben wird.

Wenn der Deckel allein, ohne die Form zu berühren, auf dem Kuchen berühret wird, so wird zwar die Wirksamkeit des Kuchens auf dem Deckel gereitzt, allein es ist noch keine Ursache vorhanden, welche die Wirksamkeit des Kuchens auf die Form abhält. Wird hingegen die Form und der Deckel zugleich berühret, so wirkt nun der Kuchen mit der ganzen Kraft auf den Deckel allein, und es muß folglich der Funke stärker werden.

Herr **Aubert**, Professor der Physik zu Autun, hat einen Glaselektrophor vorgeschlagen *), welcher aus einer viereckigen Glastafel von etwa 12 Quadratzoll Fläche besteht. Diese Glastafel wird an eine metallische Unterlage befestiget,

*) Gothaisches Magazin für das Neueste aus d. Phys. u. Naturg. B. V. St. 3. S. 95 f.

und ihre obere Fläche mit einer metallenen Scheibe oder auch mit einem Stück Pappe, über welches dünnes Bley ist gezogen worden, in einer kreisförmigen Richtung gerieben. Diese Scheibe oder Pappe besitzet, wie gewöhnlich der Deckel, drey seidene Schnüren, womit er von der Glastafel abgehoben werden kann. Wird der Deckel wirklich isolirt von der Glasscheibe abgehoben, so erhält man einen Funken. Um nun dergleichen noch mehrere zu bekommen, wird der Deckel von neuen auf die Glastafel gebracht, beyde metallene Belegungen berühret, und hierauf der Deckel abgehoben. Bey diesem Glaselektrophor hat Herr **Aubert** gefunden, daß die Funken weit stärker wurden, wenn vor dem Abheben des Deckels beyde Belegungen zugleich berühret wurden. Er glaubte diesen Umstand neu entdeckt zu haben; allein der Abbe **Empain** hat in dem vorerwähnten Aufsatze gezeiget, daß dieß keines Weges, so wie überhaupt der Glaselektrophor keine neue Entdeckung sey. Bey dieser Gelegenheit beschuldiget **Aubert** der **ingenhoußischen** Erklärung verschiedener Unrichtigkeiten, und tadelt vorzüglich die Vergleichung des Elektrophors mit der leidner Flasche. Dagegen vertheidiget der Abbe **Empain** die **ingenhoußische** Erklärung, und trägt eben zu dieser Absicht die **winklerische** Theorie vor. **Auberts** Einwendungen sind von gar keiner Erheblichkeit, und seine dagegen gesetzte Erklärungen beruhen auf falschen Principien.

Nachher hat **Aubert** *) noch verschiedene andere Versuche mit seidenen, wollenen, linnenen und papiernen sogenannten **Halbelektrophoren** bekannt gemacht, worunter er halbleitende Körper versteht, welche auf beyden Seiten belegt sind. Die Belegungen können aber nach Gefallen abgenommen werden, um das Werkzeug wie einen Elektrophor zu gebrauchen. Die wollenen, seidenen, linnenen und papiernen Elektrophore bestehen aus verschiedenen über einander

*) Journal de physique Sept. 1771. auch im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturg. B. VIII. St. 2. S. 36 u. f.

ander gelegten Stücken Zeug, Leinwand, Bogen Papier u. d. g. Seine Versuche schränken sich vorzüglich auf solche Elektrophore ein, bey welchen beyde Belegungen beweglich sind, und welche aus mehreren über einander gelegten Schichten bestehen, die man trennen kann, und denen er den besondern Nahmen der **Coelektrophoren** gibt. Die dazu gebrauchten halbleitenden Körper müssen erhitzt werden, indem sie sonst wenig oder gar keine Elektricität zeigen. Bey verschiedenen über einander liegenden Papierbogen und dergleichen, wechseln positive und negative Elektricität beständig so ab, daß alle Mahl die nicht geriebene Fläche die entgegengesetzte von der gegenüber befindlichen hat.

Herr **de Lüc** *) erkläret nach seiner Theorie die Erscheinungen des Elektrophors auf folgende Art: eine geriebene Harzfläche verliert dadurch elektrisches Fluidum, weil der reibende Körper sich leichter des durchs Reiben in Bewegung gesetzten Fluidums bemächtiget, und weil der kleine Ueberschuß, welchen er empfängt, durch die Hand des Experimentators in den Boden überströmet. Durch diesen Verlust geht auch fortleitendes Fluidum verloren, welches aber aus der entgegengesetzten Fläche sogleich ersetzet wird. Hierdurch wird nun aber der Widerstand des elektrischen Fluidums der letztern Fläche gegen das elektrische Fluidum des Bodens weit geringer, und ist daher in Stand gesetzet, mehr elektrisches Fluidum aus dem Boden anzunehmen, welches sich an ihr desto mehr verdichtet, je länger ihr durch fortgesetztes Reiben an der Oberfläche fortleitendes Fluidum entzogen wird. Die Grenze dieser entgegengesetzten Veränderungen liegt in dem Widerstande der geriebenen Fläche, über eine gewisse Menge fortleitendes Fluidum dem reibenden Körper abzutreten, und die Dauer derselben rührt daher, weil selbst nach aufgehörtem Reiben diese Fläche sehr schwer das elektrische Fluidum wieder annimmt. Denn das elektrische Fluidum, welches sich auf der entgegengesetzten Fläche des Harzkuchens angehäuft hat, theilt jener sein fortleitendes Fluidum mit,

*) Neue Ideen über die Meteorologie Th. I. S. 214. §. 300.

mit, und bringt dem elektrischen Fluidum, welches ihr noch übrig bleibt, eine Vermehrung der ausdehnenden Kraft mit, welcher Umstand nicht nur während des Reibens dazu beyträgt, daß sie elektrisches Fluidum verlieret, sondern auch hinwiederum vermittelt, daß die entgegengesetzte Fläche, ob sie gleich mit dem Boden in Verbindung stehet, das elektrische Fluidum, welches sie erhalten hat, nicht verlieren kann. So wird also selbst die Ursache dieser entgegengesetzten Modificationen zweyer Oberflächen einer nicht leitenden Platte die Ursache ihrer Dauer, obgleich diese Oberflächen mit Leitern verbunden sind.

Hieraus sieht man, warum die nicht leitende Schicht eines Elektrophors so dünn als möglich seyn muß, und warum selbst, wenn sie eine große Dicke hat, das Reiben auf der Oberfläche fast gar keine Wirkung hervorbringt. Denn weil die erste kleine Wirkung, welche man durchs Reiben hervorgebracht hat, sich nicht auf der entgegengesetzten Fläche wegen ihrer Entfernung verspüren läßt, so folgt auch keine andere, und sie selbst wird bald durch Berührung mit Leitern zerstört. Je dünner folglich die nicht leitende Schicht ist, desto mehr erlangt und erhält der Elektrophor seine Kraft. Herr **de Lüc** machte daher eine nicht leitende Platte von gutem Siegellack, welche im Durchmesser einen Fuß hatte, die Dicke aber nur die eines Kartenblattes betrug, deren elektrophorische Wirkungen er sehr groß fand.

Der elektrische Zustand, worein man eine nicht leitende Platte versetzt hat, indem man die eine ihrer Oberflächen reibt, während die andere auf einer leitenden Substanz ruhet, welche mit dem Boden in Verbindung stehet, ist eben derselbe, worin sie verbleibt, wenn man sie wie die kleistische Platte geladen und dann entladen hat. Durch das Laden häuft man eine gewisse Menge elektrischer Materie auf eine Seite, und entzieht der andern fast eine gleiche Menge dieser Materie. Beym Entladen gibt die Fläche, welche den Ueberschuß hat, nicht alles der Belegung wieder, weil die entgegengesetzte Fläche einen Theil fortleitenden

Flui-

Fluidums besitzet, weches das neue elektrische Fluidum gleichsam mitgebracht hatte; und umgekehrt, dieser Antheil an fortleitenden Fluidum, welchen die Fläche besitzet, wo das elektrische Fluidum vermindert ist, verhindert den völligen Zutritt dieses Fluidums.

Wenn man auf die beyden Seiten der nicht leitenden Platte mit Elektrometern versehene Belegungen anbringt, so wird man bey ihnen eine schwache Bewegung verspüren. Zuweilen bewegen sie sich beyde, ein ander Mahl nur eins, und bald das auf der positiven, bald das auf der negativen Seite. Wenn die Platte geladen gewesen ist, so ist gemeiniglich die Bewegung auf der positiven Seite. Ist sie hingegen gerieben worden, so wird die elektrometrische Bewegung auf der positiven Seite seyn, wenn die Platte von Glas, und auf der negativen, wenn sie aus einer harzigen Substanz ist. Wenn sich beyde Elektrometer bewegen, so geschiehet dieß bey dem einen aus der Ursache, weil diejenige Seite des Elektrophors, welche mit seiner Belegung verbunden ist, dieser letztern etwas fortleitendes Fluidum verschafft, und dadurch ihre ausdehnende Kraft vermehret, und bey dem Elektrometer auf der andern Belegung erfolgt es aus der entgegengesetzten Ursache.

Die beyden Elektrometer mögen nun durch ihre Bewegung Veränderungen in dem Grade der ausdehnenden Kraft des ihren Belegungen zugehörigen elektrischen Fluidums anzeigen, oder sich um eines bewegen, so zeigt, so bald man die eine oder andere Belegung in Verbindung mit dem Boden bringt, ihr Elektrometer nur den Zustand des Bodens an, und alle elektrometrische Bewegung hat auf der entgegengesetzten Seite Statt; wenn man hernach die Belegung auf dieser Seite berühret, so geht die elektrometrische Bewegung auf die andere. Wenn man sie auf diese Art wechselsweise von einer Seite zur andern bringt, so sieht man sie allmählig bis auf einen gewissen Punct abnehmen. Sind die Elektrometer empfindlich genug, um den kleinsten Grad des Unterschiedes in der ausdehnenden Kraft des elektrischen

Fluidums zwischen den Belegungen und dem Boden anzuzeigen, so dauert diese Operation sehr lange, und wenn diese Abwechselungen nicht geschwind erfolgen, so bringt man nur von einer Seite zur andern eine kleine Bewegung, welche nicht mehr abnimmt. Man kann aber jedes elektrometrische Zeichen in dem Apparate aufhören machen, wenn man die beyden Belegungen auf ein Mahl berühret. Man nehme z. B. den Fall an, daß sich im Anfange der Operation beyde Elektrometer bewegen. Wird nun die erste von diesen Belegungen berührt, so verliert sich etwas von ihrem elektrischen Fluidum, welches in den Boden übergehet, und ihr Elektrometer kömmt zur Ruhe, welches ein Zeichen des Gleichgewichtes mit dem Boden ist. Wenn nun auf diese Weise der Ueberschuß an fortleitenden Fluidum von dieser positiven Seite des Elektrophors genommen ist, so ersetzt er nicht mehr den Mangel, welcher sich auf der negativen Seite befindet, und die Veränderung der ausdehnenden Kraft, welche daraus in dem elektrischen Fluidum der Belegung auf dieser letztern Seite entspringt, wird sogleich durch eine vermehrte Bewegung ihres Elektrometers angezeigt. Wenn man alsdann diese Belegung berühret, so nimmt sie zuerst von dem Boden eine gewisse Menge von elektrischem Fluidum an, und das Gleichgewicht stellt sich wieder her. Hierauf raubt also diese Seite des Elektrophors kein fortleitendes Fluidum mehr von der andern Seite; und das elektrische Fluidum auf dieser andern ist zwar schon viel dünner als das in dem Boden, überwiegt dasselbe aber von neuen an ausdehnender Kraft, welches das Elektrometer sogleich anziehet. In diesem Zustande wird eine zweyte Berührung der Belegung auf der positiven Seite ihr eine zweyte Menge vom elektrischen Fluidum nehmen, welches aufs neue die ausdehnende Kraft des elektrischen Fluidums auf der negativen Seite vermindern wird. Durch diese abwechselnden Operationen wird immer mehr der Verlust des elektrischen Fluidums in der Belegung der positiven Seite der nicht leitenden Platte, und eben so der Gewinn auf der entgegengesetzten

Belegung vermehret. Nach und nach werden aber diese Wirkungen kleiner, und durch das gleichseitige Berühren beyder Flächen werden sie ganz verschwinden. Die Ursache dieser Abnahme ist folgende; wenn die Belegung auf der positiven Seite des Elektrophors zuerst eine Menge von elektrischen Fluidum durch den Boden verloren hat; so läßt sich der Verlust, welchen sie auf diese Weise an ihrem Ueberschuß an fortleitenden Fluidum erlitten, nicht gänzlich in der entgegengesetzten Belegung verspüren, d. h. er vermehret nicht verhältnißmäßig den Mangel an fortleitenden Fluidum auf der andern Seite wegen ihres Abstandes. Eben so auch, wenn der Mangel an fortleitenden Fluidum, welcher gleichwohl dadurch in der Belegung dieser negativen Seite des Elektrophors zugenommen, sich durch neues elektrisches Fluidum, welches aus dem Boden kömmt, ersetzt, so bleibt dieß neue fortleitende Fluidum an Menge etwas größer auf der Seite, welche es annimmt. Daher nähert sich jede Belegung, welche nach und nach im Gleichgewicht mit dem Boden gesetzet ist, immer mehr einem beständigen Gleichgewichte mit ihm, in den gegenseitig abnehmenden Modificationen der andern Belegung, welches diesen successiven Wirkungen Grenzen setzet. Aus eben dieser Ursache hat die ganze Wirkung eines gleichzeitigen Berührens Grenzen, indem bey demselben die hervorgebrachte Wirkung als eine schnelle Aufeinanderfolge der beschriebenen abwechselnden Wirkungen anzusehen ist. Diese Folge bemerkt man durchs Gehör und Gesicht, wenn man zum Elektrophor eine kürzlich entladene kleistische Platte gebrauchet, deren Wirkungen gewöhnlich die, welche das bloße Reiben einer Seite hervorbringt, übertreffen. Wenn man nun gleichzeitig die beyden Belegungen eines solchen Elektrophors berühret, so hört man ein ziemlich lebhaftes Knistern, und wenn es dunkel ist, sieht man zwischen jeder Belegung und der nicht leitenden Platte ein flatterndes Licht, welches von dem Zuströmen des fortleitenden Fluidums von der Belegung, welche sich ladet, zu der, welche sich entladet, herrühret; dieses Zuströmen geschieht unmittelbar durch die

nicht

nicht leitende Platte zwischen den Punkten der beyden Belegungen, wo das Gleichgewicht am stärksten unterbrochen ist.

Lichtenbergische Figuren.

Wenn man elektrischen Scheiben, als Harzscheiben, durch darauf gesetzte metallische oder andere elektrisirte leitende Körper Elektricität mittheilet, und sodann die nicht leitende elektrisirte Oberfläche der elektrischen Scheiben mit Harzstaube oder mit Bärlappsamen u. d. g. bepudert, so bildet dieser auf selbiger gewisse Figuren, welche bey aller ihrer Unordnung dennoch eine regelmäßige Gestalt haben, und theils wie Sterne, theils wie Ringe ohne Strahlen aussehen, nachdem die mitgetheilte Elektricität entweder positiv oder negativ ist. Herr Hofrath **Lichtenberg** *), welcher diese Figuren zuerst entdecket hat, hat sie abbilden lassen, und zugleich den Vorschlag gethan, weitere Versuche darüber anzustellen. Er selbst schloß, daß die Theile der Fläche, an welche sich der Staub setzt, + E, und diejenigen, welche er unbedeckt läßt, — E hätten. Nachher haben einige Naturforscher über diese wichtige Entdeckung sehr scharfsinnige Untersuchungen angestellet, welche hier angemerkt zu werden verdienen.

Herr **de Lüc** †) hat viele Versuche auf verschiedene abgeänderte Art angestellt, um daraus zu sehen, welchen Abänderungen diese Figuren unterworfen wären. Die Platten, welche er dazu gebrauchte, waren sehr dünne Glasplatten mit schwarzem Siegellack überzogen, welches auf sie gesiebt und geschmolzen wird. Die mehresten Platten, welche er gebrauchte, sind mit diesem Lack auf beyden Seiten bedeckt; andere nur auf einer Seite, und noch andere sind zwar auf beyden Seiten bedeckt, haben aber leere Stellen den bedeckten gegenüber. Die leeren Stellen sind zu Versuchen mit dem Glase selbst bestimmt, und das Siegellack auf der entgegengesetzten

*) De noua methodo, naturam ac motum fluidi electrici inuestigandi in nov. comment. societ. Gott. Tom. VIII. ad an. 1777. und in dem comment. societ. Gott. class. math. T. I. ad an. 1778.

†) Neue Ideen über die Meteorologie. S. 390. §. 493 u. f.

gesetzten Seite dienet nur, den Figuren einen schwarzen Grund zu geben. Diese Platten kann man sehr lange gebrauchen, und wenn man die Versuche wiederhohlen oder abändern will, so braucht man nur das Lack am Feuer zu erweichen, um die vorigen Figuren ganz wegzubringen. Diese Glasplatten werden in horizontaler Lage von zwey überfirnißten Glasarmen getragen, welche auf einem isolirenden Fuße stehen. Ueber diesem Fuße erhebt sich ein Stab, auf welchem sich ein anderer gläserner Arm herumdrehet, dessen Ende einen leitenden Körper trägt, wodurch die nicht leitende Platte elektrisiret wird; es kann dieser Arm auch verlängert und verkürzet werden, durch welche Vorrichtung man den leitenden Körper, zu welchem Theile der Platte man will, bringen kann. Ein anderer isolirender Fuß trägt einen gleichen leitenden Körper an dem Ende eines andern ähnlichen Armes, welchen man von unten an jede Stelle der Glasplatte bringen kann, so daß der eine leitende Körper dem andern gegenüber stehet. Ein dritter aber leitender Fuß endlich trägt einen beweglichen Arm, wodurch eine leitende Verbindung an der unteren Seite mit dem Boden veranstaltet werden kann. Die beyden leitenden Körper können übrigens mancherley Gestalten haben, wenn sie nur von hinlänglicher Höhe sind, damit der Knopf einer leidner Flasche, wodurch man sie elektrisiret, der Platte nicht zu nahe komme. Herr **de Lüc** hat sie etwa von $1\frac{1}{2}$ Zoll gebraucht. Was ihre Basis anbetrifft, womit sie auf der nicht leitenden Platte ruhen, so kömmt es in Absicht der Wirkungen, die sie bey den Versuchen zeigen, auf ihre verschiedene Form an. Herr **de Lüc** gebrauchte vorzüglich folgende: 1. bloße Spitzen, welche an dem einen Ende eine Kugel hatten, um den Funken zu erregen; 2. bloße gerade Platten, welche oben gleichfalls eine kleine Kugel besaßen; 3. gerade einander parallele Platten, in geringer Entfernung; 4. zirkelförmige Platten, und 5. Körper mit flacher Basis. Mit diesen 5 verschiedenen Formen von paarweise leitenden Körpern hat Herr **de Lüc** die Versuche verschiedentlich abgeändert. Die schönsten Figuren, welche die

positive

positive Elektrisirung hervorbringt, erhält man, wenn der leitende Körper eine Röhre von 1 Zoll Durchmesser zur Basis hat.

Diese Paare von leitenden Körpern sind als bewegliche Belegungen einer kleistischen Platte zu betrachten, und laden und entladen die nicht leitende Platte. Herr **de Lüc** theilt zuerst acht Abwechselungen in den Versuchen mit, welche er mit den fünf Körpern anstellte, und fand bey jeder charakteristische Verschiedenheiten in den so wohl positiven als auch negativen Figuren. Bey fünf Verschiedenen Leitern kann man also 80 verschiedene Figuren erhalten, bey welchen es zuweilen zufällige Unterschiede gibt, welche vorzüglich von größerer oder geringerer Genauigkeit in Berührung der Körper mit der Platte oder in ihrer Entgegenstellung herrühren. Damit man aber diese zufälligen Unterschiede mit den charakteristischen nicht verwechsele, so ist es anzurathen, größere Platten von etwa 6 Zoll im Quadrate zu wählen, um ein und die nämliche Operation an verschiedenen Stellen zu wiederhohlen, und so die daher entstandenen Figuren mit einander zu vergleichen. Man kann auch diese Versuche noch auf zwey Arten abändern, indem man das obere der Platte sogleich pudert, nachdem man den Funken gegeben hat, oder indem man die Platte noch vor dem Funkengeben pudert. Obgleich Herr **de Lüc** alle diese verschiedenen Abwechselungen und noch mehrere bey seinen Versuchen durchgegangen ist, um gewisse Charaktere der Figuren zu entwickeln, so hat er sie doch bey weiten noch nicht alle begreifen können.

Des Herrn **Lichtenbergs** Vermuthung, daß die Theile der nicht leitenden Oberfläche, wo der Harzstaub sich ansetzt, positiv, und welche er unbedeckt läßt, negativ sey, wurde von Herrn **Cavallo** dadurch zu einer größern Gewißheit gebracht, indem er zeigt, daß der Harzstaub durch das Reiben, welches er beym Durchgehen durch die Leinwand erleidet, negativ wird, und Herr **de Lüc** hat hiervon bey seinen Versuchen einen indirekten Beweis gefunden: als

als er nämlich lockere Leinwand gebrauchte, wobey der Harzstaub weniger Reibung erlitt, waren die Figuren weit regelloser, wurden aber sehr schön, wenn man stark schütteln mußte, um den Staub durchzutreiben. Diese Erscheinungen aber zeigen nicht einzig den Zustand der bepuderten Oberfläche an, weil der Funken sie nicht allein modificiret hat, und die beyden Flächen der Platte einander so nahe sind, daß sie immer gemeinschaftlich auf den Staub wirken, daher seine Lage durch beyde Zustände bestimmt wird. Es setzt sich also nicht auf die Theile der nicht leitenden Oberfläche, welche die meiste elektrische Materie besitzen, der Staub im größten Ueberflusse an, sondern auf die, wo die Anhäufung davon am wenigsten durch eine Beraubung der entgegengesetzten Seite aufgehoben wird. Um hierbey gewiß zu gehen, bereitete sich Herr **de Lüc** eine Platte von schwarzem Siegellack zu, welche groß genug war, um als kleistische Platte zu dienen; nachdem er sie nun geladen hatte, so bepuderte er sie von beyden Seiten. Die von den Belegungen bedeckten Theile zeigten nur ein verwirrtes Gewölk, mit kleinen Sternen auf der positiven Seite, und kleinen Flecken wie Perlen auf der negativen durchstreuet. Eben dieselben Gewölke mit bloßen zufälligen Veränderungen in ihrer Form äußerten sich, wenn er nach der Entladung puderte, und es fanden sich nur einige kleine Sterne auf der negativen Seite, und einige Perlen auf der positiven. Eben dieselben Erscheinungen nun hat er in den Theilen der Figuren bemerket, welche der leitende Körper wirklich berühret hatte, ob sie gleich nur einen kleinen Raum einnahmen.

Der erste allgemeine Charakter bey diesen Figuren besteht in negativen mit positiven eingefaßten Streifen, welche mehr oder weniger zahlreich sind nach der Gattung der Figuren, und welche den Umrissen der Stellen, die die Körper auf der Platte eingenommen haben, folgen. Wenn man bloß den Knopf einer Flasche gegen die Platte hält, und sie, nachdem er zurückgezogen ist, pudert, so hat man

nur einen schwärzlichen, und folglich negativen Flecken, welcher mit einem positiven Gewölk umfaßt ist. Wenn aber die beyden leitenden Körper auf die Platte gesetzet werden, und man den Knopf dem obern leitenden Körper, ohne einen Funken zu geben, genähert hat, so findet man den schwarzen Grund schon durchschnitten.

Nach Herrn **de Lüc's** System läßt sich hiervon folgende Erklärung geben: wenn der Knopf der Flasche dem leitenden Körper genähert wird, so erhält das elektrische Fluidum des letztern mehr ausdehnende Kraft, verbreitet sich in Strahlen über die Platte, und bildet eine kleine positive Einfassung um die Basis des leitenden Körpers. Dieses Fluidum vermehret dadurch den negativen Zustand der Platte um sich herum, und bildet eine erste Zone, welche mehr negativ als der Grund ist; um diese herum häuft sich wieder ein Theil der elektrischen Materie an, welche auf der Platte hingeschlüpft ist, und bildet eine zweyte positive Einfassung u.s.w. Die elektrische Materie, welche die Einfassung auf der obern Fläche bildet, wirket auf den Staub der andern Seite der Platte, und bringt hier ähnliche Einfassungen in umgekehrter Ordnung hervor. In dem Maße, wie sich der Knopf nähert, bilden sich neue Durchschnitte auf dem ersten negativen Grunde. Der darauf ausfahrende Funken veranlaßt neue Schnitte, und endlich bringen die verschiedenen Methoden die leitenden Körper wegzunehmen, eine neue Ordnung von Schnitten hervor, welche gewisse auszeichnende Charaktere führet.

Die Charaktere, welche die positiven Figuren von den negativen unterscheiden, bestehen vorzüglich darin, daß die letztern in den meisten Fällen nur von dem Verrücken der eigenen elektrischen Materie der Platte herrühren, welches in concentrischen Zonen geschiehet; statt daß die positiven Figuren das Gepräge von neuem zu der Platte gekommenen Fluidum an sich tragen, und ausschließende Strahlen darstellen, welche den positiven Figuren ihre Schönheit und den unterscheidenden Charakter geben.

Aus

Aus den leitenden Körpern fahren auch Strahlen auf eine gewisse Höhe aus, welche die Platte in einiger Entfernung zu berühren anfangen, und sich von da in Strahlen, wie man die Strahlen abzubilden pfleget, ausbreiten. Da wo sie die Einfassung streifen, ohne sie zu berühren, ist ihr Durchgang durch schwarze Striche auf der Einfassung angezeigt, weil das fortleitende Fluidum dieser Strahlen die unter ihnen befindliche elektrische Materie verrückt; wenn sie aber die Einfassung berühren, so machen sie sie dichter. Jenseits der Einfassung geschiehet der größte Niederfall dieser Strahlen, und sie dehnen sich hier in Gruppen aus, indem sie sich auf die schönste Weise in Aeste theilen. Diese langen Strahlen sind oft durchschnitten, man nimmt aber ihren Zug auf der Platte gewahr; denn überall, wo sie dieselbe nicht berühret haben, verrücken sie die elektrische Materie unter ihnen; daher sind die Striche, welche ihren Gang bezeichnen, abwechselnd schwarz und weiß. Es bilden also diese Strahlen gleichsam Sprünge auf der Platte, welche sich oft sehr weit erstrecken. Die Faden dieser Strahlen, welche noch elektrische Materie jenseits der Grenzen der gewöhnlichen Figur absetzen, sind meistens gabelförmig, und theilen sich in dem Punkte des Niederfallens in zwey oder drey kleine Aeste. Alle die weißen Züge sind mit Schwarz eingefaßt, und alle schwarze Züge mit schwachem Weiß. Dieses zeigt neues Verrücken der elektrischen Materie auf dem ursprünglichen negativen Grunde an. Dieß auf der Oberfläche der Platte zerstreuete elektrische Fluidum verursachet auch neues Verrücken der elektrischen Materie auf der entgegengesetzten Fläche, woraus neue schwarze mit weißem Gewölk eingefaßte Felder entstehen, welches von der positiven Einwirkung der obern Strahlenmassen durch die Platte hindurch herrühret. Sind die leitenden Körper zirkelförmige oder parallele Platten, so werden die Strahlen, welche aus einer Seite in die andere gehen, sich auf ihrem Wege krümmen, zertheilen und an ihren Enden verdicken, woraus blätterichte Ramificationen entstehen.

Wenn nach dem Funken der obere leitende Körper an seinem Glasarme weggenommen wird, so leiden die Figuren fast gar keine Veränderung; wenn aber der leitende Körper noch vor dem Wegnehmen berühret wird, so wird der mittlere Raum der Figuren, sowohl oben als unten, etwa auf einen halben Zoll von den beyden leitenden Körpern sehr sonderbar verändert. Wenn man den obern leitenden Körper berühret, da indessen der untere mit dem Boden in Verbindung ist, so entladet man die Theile der Platte, auf welchen die leitenden Körper unmittelbar liegen. Oben begibt sich das elektrische Fluidum aus diesem Theile der Platte zu dem leitenden Körper, welchen man berühret; unten geht es aus dem Boden in den andern leitenden Körper über. Dadurch bilden sich zwey verschiedene Gattungen von figurirten Borten, welche die Mitte zwischen den beyden Figuren um die Stellen herum, wo die leitenden Körper waren, einnehmen. Es ist dieses weißes Laubwerk auf schwarzem Grunde, oder schwarzes Laubwerk mit weißen Zierathen auf weißem Grunde, und was noch sonderbarer ist, so haben verschiedene Theile derselben Zone beyde Charaktere.

Eben diese Figuren finden bey der kleistischen Platte um ihre Belegungen herum Statt, so wohl auf der negativen als positiven Seite, wenn man sie bis zum Knistern ladet. Freywillige Entladungen lassen weiße Strahlen zurück, welche so gerade und enge als die Zähne eines feinen Kammes unter einem rechten Winkel zu beyden Seiten des Ganges, welchen der Funke nahm, ausfahren, und ein großes negatives Feld, welches durch den Wirkungskreis hervorgebracht ist, durchstreichen.

Hieraus sucht nun Herr de Lüc die vorzüglichsten Sätze seiner Theorie sichtbar darzuthun: die nicht leitenden Substanzen halten die elektrische Materie, welche mit ihnen in Berührung kömmt, stark an sich, sie figiren sie sogar an den Punkten, die sie berührt, und alle Verrückungen, welche sie hier durch fremde Ursachen erleidet, sind dauerhaft; daher rühren die Figuren selbst und ihre Dauer her. Die elektri-

sche

sche Materie hat nur in großer Nähe ein Bestreben zu den Nichtleitern, indem ein Strom von elektrischen Fluidum sehr nahe an der Platte vorbeystreichen und Unterbrechungen machen kann, ohne ihr anzuhängen. Das fortleitende Fluidum aber neigt sich zu den nicht leitenden Substanzen, wie gegen jede andere Substanz, und verdrängt auch hier die elektrische Materie, welches die positiven Einfassungen der negativen Theile der Figuren beweisen, so wie alle Umstände, welche die Bildung dieser letzten begleiten. Auf die elektrische Materie allein beziehen sich die elektrischen Bewegungen, welches aus dem Bestreben des negativ gewordenen Harzstaubes zu allen Theilen der Platte, wo die elektrische Materie angehäuft worden, zu sehen ist. So bald endlich das elektrische Fluidum frey ist, beweget es sich in gerader Linie, welches die strahlige Richtung der äußern Züge der positiven Figuren beweiset.

Das Glas hat kein so starkes Vermögen, die elektrische Materie an sich zu halten, wie das Siegellack. Wenn die Glasplatten unmittelbar nach der Operation gepudert wurden, so waren die Figuren des Lacks und des Glases wenig verschieden, je länger man aber mit dem Pudern säumte, desto unordentlicher wurden sie auf dem Glase, und bildeten am Ende nur verworrenes Gewölk.

Das elektrische Fluidum setzt sich an nicht leitende Flächen stoßweise, wie etwa die Luft in eine umgekehrte mit Wasser angefüllte Flasche dringt, und verläßt sie auch wieder auf eben diese Weise. Bringt man eine nicht leitende Platte auf eine mit dem Boden verbundene leitende Fläche, streicht frey mit dem Knopfe einer geladenen Flasche darüber, und pudert sie hernach, so sieht man statt eines simpeln Zuges eine Figur, wie einen jungen Zweig vom Lerchenbaume, eine Reihe regelmäßiger Büsche, welche vom Zuge ausgehen. Wenn die Flasche negativ geladen ist, so sieht man eine Art von Paternoster mit weit aus einanderstehenden Körnern. Je schneller man den Knopf der Flasche beweget hat, desto weiter stehen die Büsche und Körner von einander. Dieß

vom Herrn Hofrath **Lichtenberg** zuerst bemerkte Phänomen zeigt dem Auge Absätze in dem Uebergange des elektrischen Fluidums. Die Ladung muß jederzeit zu einem gewissen Grade kommen, um auf der Platte Wirkungen hervorzubringen, so wie die Luft in einer umgekehrten Bouteille gewissermaßen verdünnt seyn muß, damit die äußere Luft durch die ausfließende Flüssigkeit dringe. Diese Absätze sind auch die Ursache, der man das Schwingen der Kugel des Elektrometers während der Ladung der Platte oder der leidner Flasche zuschreibt.

Aus diesen Betrachtungen des Herrn **de Lüc** wird man einsehen, daß alle diese Erscheinungen gar keinen Beweis für das Daseyn zwey verschiedener elektrischer Materien abgeben, sondern daß sie vielmehr alle sehr genugthuend aus der Annahme einer einzigen elektrischen Materie erkläret werden können, ob mich gleich das System des Herrn **de Lüc** auf keine Weise befriediget, wie ich bereits schon unter dem Artickel Elektricität (Theil I. S. 925.) meine Meinung von diesem Systeme kurz angeführet habe.

Die Herrn **Paets van Troostwyck** und **Krayenhoff** *) haben sogar die lichtenbergischen Figuren als einen direkten Beweis von der Richtigkeit des franklinischen Systems zu benutzen gesucht. Zu ihren Versuchen haben sie sich runder Scheiben aus gleichen Theilen von Harz und schwarzem Siegellack von 4 bis 5 Zoll Durchmesser und $\frac{1}{8}$ Zoll Dicke bedienet, und dieselben mit Hexenmehl bepudert. Zugleich geben sie den Rath, bey einem jeden Versuche auf die Scheibe zu blasen, um den Samen, welcher nicht haftet, und folglich zum Versuche nicht gehöret, wegzuschaffen, und so den Figuren mehr Sicherheit und Deutlichkeit zu geben. Diese Scheiben zu elektrisiren, nahmen sie eine leidner Flasche von 44 Quadratzoll Belegung, deren

*) Verhandeling over zeekere onderscheedene Figuuren, welken door de beede Soorten van Electriciteet woorden voordgebragt, im Allg. Magaz. und übersetzt in den leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. B. IV. St. 4. 1790. S. 357 u. f.

ren Knopf $\frac{2}{3}$ Zoll im Durchmesser hatte; zuweilen aber auch eine kleinere Kugel, und zu andern Versuchen statt derselben eine Spitze.

Wenn mit der Mitte einer Lackscheibe, welche isoliret war, der Knopf einer positiv geladenen Flasche berührt und selbige nachher bepudert wurde, so bildete der Bärlapp einen Stern mit Strahlen, welche von dem durch die Flasche berührten Punkte ausgingen. War hingegen die Flasche negativ geladen, so entstanden ein, zwey oder mehrere runde Flecken. Auf der andern Seite der Lackscheibe konnte durchs Pudern keine Figur erhalten werden. Wurde aber während des Berührens der Flasche die andere Seite der Scheibe mit einem leitenden Körper verbunden, welcher nach dem Berühren weggenommen wurde, und hierauf beyde Seiten der Lackscheibe bepudert wurden, so entstand an der Seite, welche die Flasche berühret hatte, ein Stern, dessen Strahlen jedoch nicht aus einem Punkte, sondern aus einem gefüllten Kreise ausgingen, und an der andern Seite einige runde Flecken, deren mittelster mit jenem Kreise eine gleiche Größe hatte. Bey der negativ geladenen Flasche waren die Flecke auf der berührten, der Stern auf der andern Seite jedoch mit kürzern, dünnern, gebogenen und sich durchkreuzenden Strahlen. Wurde an der Flasche statt des Knopfes ein rundes Metallplättchen, und an der andern Seite der Lackscheibe ein gleich großes mit leitenden Körpern verbundenes Metallplättchen angebracht, und hierauf eben so, wie angegeben worden, verfahren, so entstand ein gefüllter Kreis mit auseinanderfahrenden Strahlen, und auf der andern Seite ebenfalls ein solcher mit runden Flecken, oft auch um denselben ein Ring, worauf sich kein Bärlapp ansetzte. Bey negativ geladener Flasche waren diese Figuren verwechselt, und die Strahlen waren kürzer und gekrümmter. Lagen die Metallplättchen an der Scheibe nicht ganz an, so bildeten sich in dem gefüllten Kreise auf der positiven Seite kleine Sterne, auf der negativen aber kleine Flecken, wie Perlen.

Alle diese Figuren konnten noch durchs Berühren mit einer geriebenen Glasröhre oder Siegellackstange, oder auch einer isolirten Person, welche Glas oder Siegellack gerieben hatte, hervorgebracht werden. Auch wenn der Knopf einer nicht stark geladenen Flasche auf der Fläche der Scheibe, als ob man schreiben wollte, herumgeführet wurde, erhielt man diese Figuren, und besonders bey der positiv geladenen Flasche Züge mit ausfahrenden Strahlen, bey einer negativ geladenen aber Reihen von perlenartigen Flecken.

Diese Erscheinungen suchen nun die Herrn **Paets van Troostwyck** und **Krayenhoff** nach dem franklinischen System zu erklären. Ob nun wohl gleich die meisten ihrer Versuche bloße Thatsachen beweisen, von deren Wahrheit gar kein Zweifel Statt findet, und ganz unabhängig von allen Systemen sind, mithin bey jeder diesen Thatsachen angepaßten Hypothese erkläret werden können, so ist doch das franklinische System, welches diese Figuren nicht nur mit aller gehörigen Leichtigkeit, sondern auch alle übrige elektrische Phänomene hinlänglich erkläret, allen andern Systemen vorzuziehen. Selbst folgender Versuch scheint auf die Einheit einer elektrischen Materie hinzuweisen. Wenn man eine leidner Flasche an den Conduktor der Maschine hängt, und ihre äußere Belegung durch einen Draht mit der auf Leitern liegenden Lackscheibe verbindet, so läßt sich die Flasche in etwas laden, indem die Scheibe aus den Leitern einige Elektricität annehmen aber auch abgeben kann. Nimmt man hierauf nach dem Laden den Draht mit einem isolirten Handgriffe ab, und bepudert die Scheibe, so sieht man bey positiver Ladung Strahlen, bey negativer nur einen einzigen runden Fleck. Dieser Fleck und die schwächere Ladung, welche die Flasche in diesem Falle erhält, werden sehr leicht so erkläret, daß der Lackscheibe mehr elektrische Materie gegeben als genommen werden kann, weil die Theilchen wohl genöthiget werden können, sich aus einem Punkte über die widerstehende Fläche der Scheibe zu verbreiten, nicht aber umge-

kehrt,

kehrt, sich von allen Theilen der Scheibe her in einen Punkt zu sammeln.

Herr **Cavallo** *) hat sich ebenfalls mit diesem Gegenstande beschäftiget, und verschiedene merkwürdige Versuche angegeben. Es ist bereits schon oben angemerket worden, daß die verschiedenen Gestalten der Figuren aus der durchs Beuteln erregten Reibung des Staubes herrührten. Um sich hiervon mehr zu überzeugen, isolirte Herr **Cavallo** eine Messingplatte auf einem gläsernen Stativ, und verband sie mit einem sehr empfindlichen Elektrometer. Darauf fing er an, Harzstaub darauf zu stäuben, und nach wenigen Sekunden ging das Elektrometer mit einem merklichen Grade negativer Elektricität aus einander, gerade so wie er erwartet hatte. Denn sobald der Harzstaub wirklich negativ elektrisch ist, so kann er auch nur von den Theilen des Elektrophors, die sich in einem entgegengesetzten, d. i. positiv elektrischen Zustande, befinden, angezogen werden. Zugleich führt Herr **Cavallo** an, daß diese Entdeckung selbst eine Methode an die Hand gebe, die ursprüngliche Elektricität im Staube zu erregen. Diese Methode ist folgende: man isolire eine Metallplatte auf einem elektrischen Stativ, und verbinde sie mit einem Korkkugelelektrometer; alsdann lasse man den Staub, mit welchem man den Versuch anstellen will, aus einem Löffel oder etwas dergleichen von einer Höhe von etwa 6 Zoll nach und nach auf die Platte fallen. Auf diese Art zeigt sich die Elektricität, welche der Staub angenommen und der Metallplatte und dem Elektrometer mitgetheilet hat, durch das Auseinandergehen der Fäden, und man kann ihre Beschaffenheit auf die gewöhnliche Art untersuchen. Um das Pulver bequem auf die Scheibe zu bringen, gibt er folgendes Verfahren an: man befestige an den Hals einer kleinen Flasche von elastischem Harz eine Röhre von Glas, Holz oder Metall, bringe das Pulver, womit man

*) Vollständige Abhandlung der Lehre der Elektricität. B. II. Leipz. 1797. S. 1 u. f.

den Versuch machen will, in die Flasche, und binde dann über die Oeffnung der Röhre ein doppeltes Stück Flanell. Hält man nun die so zugerichtete Flasche mit der Hand, und druckt sie, so daß man die Hand bald auf- bald zumacht, so wird das Pulver sehr fein herumgestreuet werden.

Ein jeder Körper, welcher sich nur fein genug pulverisiren läßt, wird einige Figuren bilden, wenn man ihn auf einen elektrisirten Körper streuet. So kann man Kalk, Schwefel, Zinnober, Harz, Drachenblut, arabisches Gummi, verdunstete Aufgüsse von Farbehölzern und mehrere andere Körper entweder allein, oder vermischt zu dieser Absicht gebrauchen.

Auch Herr **Karl Kortum** a) in Warschau hat dergleichen Versuche angestellet, und besonders viel Mühe angewendet, die Elektricität verschiedener Pulver durch verschiedene Siebe zu untersuchen. Hierbey bediente er sich **Bennets** Elektrometer, nur mußte die Luft weder zu feucht noch zu trocken seyn. Wenn das Hygrometer des Herrn de Saussüre auf 78° steht, so zeigt die Divergenz der Goldblättchen oft schon nicht mehr den wahren, sondern den entgegengesetzten Zustand des Pulvers an; bey 90° ist dieß Elektrometer ganz unbrauchbar, indem die geringe Elektricität eben so geschwind ab- als zugeleitet wird. Bey allzutrockener Luft hingegen, wo sich die Feuchtigkeit der Atmosphäre oft unter 54° reduciret, wird der Glascylinder, oder der Fuß desselben allzuleicht elektrisch, wodurch alsdann die verlangten Resultate ebenfalls unrichtig werden. Das letztere bewirken auch isolirende Siebe, weil diese oft stärker entgegengesetzt elektrisch werden, als das durchgesiebte elektrische Pulver, mithin oft, wenn sie zu nahe über das Elektrometer kommen, eine Divergenz der Goldblättchen hervorbringen.

Durch Hülfe dieses Instrumentes untersuchte er mehrere Pulver durch Siebe von verschiedenen Materien. Eine Verglei-

a) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. X. St. 2. S. 1.

Vergleichung der auf diese Art erhaltenen Resultate gab folgende merkwürdige elektrische Verhältnisse:

1. Die festen luftsauern Alkalien werden durch alle Siebe + E elektrisch.

2. Dagegen alle krystallinischen Säuren — E.

3. Eben so die Vitriole, Schwefel und erdige Mittelsalze, die kalkigen ausgenommen.

4. Auf die Bestimmung des elektrischen Geschlechtes der meisten Neutralsalze und salzartigen Mischungen hat das Sieb Einfluß; einige behalten jedoch ihre eigene Elektricität unveränderlich.

5. Reine luftsaure Kalkerde erhält durch alle Siebe + E.

6. Alle übrige Erden — E.

7. Die kalkartigen Mischungen verhalten sich wie die salzartigen n. 4. Die Gemische aller andern Erden wie n. 6.

8. Metallische Kalke sind in dem Falle von n. 4.

9. Vegetabilische Pulver sind den Einflüssen von n. 4. unterworfen; Harze ausgenommen, die alle — E erhalten.

10. Der Unterschied des Leitungsvermögens zwischen Pulver und Sieb bestimmt zwar in den meisten Fällen die Stärke der producirten Elektricität, aber bey weiten nicht in allen.

Die n. 1. und 2. bemerkte generische Verschiedenheit der elektrischen Produkte von Alkalien und Säuren, so wie das eigenthümliche Verhalten der Kalkerde führen Herr **Kortum** auf die Vermuthung, daß beym Sensibelwerden vom elektrischen Fluidum noch außer dem mechanischen Reitze ein chemisches Agens wirksam sey. Dadurch werde nun entweder die Bindung beyder neutralisirten Elektricitäten getrennt, oder dieß Fluidum sey überhaupt kein permanenter Stoff, sondern immer ein neu gebildetes, und eben so wohl zersetzbares Produkt.

Herr **Kortum** hat seiner Abhandlung noch ein Verzeichniß der Körper, welche er durch verschiedene Siebe prüfte, und der auf diese Art erhaltenen Resultate angehängt, welches ich hier ebenfalls beyfügen will. Die Buchstaben

staben ff, f, m, p, pp bedeuten sehr stark, stark, mittelmäßig, schwach, sehr schwach.

	Die Siebe waren von				
	Silber	Mousselin	Taffet weiß	Taffet schwarz	Haaren
Mineralalkali, luftsaures	f +	f +	m +	f +	f +
Festes Pflanzenalk., luftsaures	f +	f +	m +	f +	m +
Sedativsalz	f —	f —	m —	f —	f —
Zuckersäure	f —	f —	f —	f —	f —
Zitronensäure	f —	f —	f —	f —	f —
Sal essentiale tartari	f —	f —	f —	f —	f —
Cubischer Salpeter	f —	f —	m —	m —	f —
Küchensalz	f +	f +	f +	f +	m +
Glaubersalz	f +	m —	m —	m —	f —
Borax	ff +	f —	f —	f —	f —
Sal seignette	p +	m —	m —	m —	m —
Tartarus vitriolatus	f +	m —	m —	f —	m —
Salpeter	f +	f +	p +	p +	p +
Digestivsalz	f +	m +	m +	p —	f +
Tartarus tartarisatus	f +	f +	p —	m —	m +
Tartarus solubilis	f —	f —	f —	f —	f —
Salmiak	f —	m —	m —	f —	m —
Carlsbader Salz	m +	m +	m +	m +	f +
Bittersalz	f —	m —	m —	f —	f —
Alaun	ff —	f —	f —	f —	f —
Weißer Zucker, Candiszucker	ff —	f —	f —	f —	ff —
Milchzucker	f +	m —	p +	m +	f —
Eisen, Kupfer, Zinkvitriol	ff —	f —	f —	ff —	f —
Hornsilber	f —	f —	f —	f —	f —
Grünspan, destillirter	f +	m —	m —	m —	f —
Bleyweiß	m —	f —	f —	f —	ff —
Massicot	m —	m —	p —	p —	m —
Lithargyrium	m —	f —	m +	f +	f —

Minium

	Die Siebe waren von				
	Silber	Mousselin	Taffet weiß	Taffet schwarz	Haaren
Minium eine Sorte	m —	f +	m +	f —	ff —
—— zwey andere	f —	f —	f —	f —	f —
Kaßler Gelb	m —	f —	f —	f —	f —
Braunschweiger Grün	f —	f —	f —	f —	f —
Zinnasche					
Aethiops martialis	m +	m +	p +	p +	pp +
Crocus Martis	f —	m —	m —	f —	f —
Blaue Smalte	p —	m —	p —	m —	p —
Flores Zinci	m —	m +	p +	m +	f —
Magisterium Bismuthi	m —	m —	m —	m —	f —
Bleyzucker	m +	m +	p +	m +	p +
Zinnober	f —	f —	f —	f —	f —
Braunstein	m —	p —	p —	p —	p —
Aurum mussiv., Bronze	p —	p —	m —	p +	pp —
—— —— grünlich	p —	m +	f +	f +	p +
—— —— weiß	m +	f +	m +	m +	f +
Stangenschwefel und Schwefelblumen	f —	f —	f —	f —	m —
Gepulverter Quarzkrystall roh und gebrannt	f —	f —	f —	f —	f —
Magnesia	f —	m —	p —	p —	f —
Schwererde	f —	f —	p —	m —	f —
Alaunerde	p —	p —	p —	p —	m —
Kalkerde, luftsaure	f +	f +	f +	f +	f +
Krebssteine	f +	m +	f +	f +	m +
Kreide, rohe	f —	f —	m —	f —	f —
—— gebrannt	f +	m —	m +	m +	m —
Carrara Marmor, roher	m —	m —	m +	m +	m +
—— —— halb gebrannt	f +	f —	m +	f +	m +
Flußspath, weißer	f +	f +	m +	f +	f +
Florentiner Alabaster, roh	f +	m +	m +	m +	m +

Blätte-

	Die Siebe waren von				
	Silber	Mousse-lin	Taffet weiß	Taffet schwarz	Haaren
Blätterichter Gyps, roh und gebrannt	f +	f —	f —	f —	f —
Gebrannter Thon	f —	f —	f —	f —	f —
Bergblau und Berggrün	m —	m —	f —	f —	f —
Umbra	f —	f —	f —	f —	f —
Geschlämmte Holz- und Beinasche	f —	f —	f —	f —	f —
Bimstein	p —	f —	p —	p —	f —
Schwerspath	f —	m —	m —	m —	f —
Glaspulver	f —	m —	p p +	p +	p +
Bernstein	f —	f —	f —	f —	f —
Gagat	f —	f —	f —	f —	f —
Gummilac, Copal, Drachenblut	f f —	f —	f —	f —	f —
Siegellack alle Farben	f —	f —	f —	f —	f —
Gummi Gutta	m —	m —	p —	p —	m +
Gummi Arabicum	f —	f —	f —	f —	f —
Zimmt	m +	p —	p —	p —	p —
Pfeffer	m +	m +	p +	p —	m +
China	f —	m —	p —	m —	f —
Rhabarbara	f —	f —	m —	m —	f —
Curcuma	m +	m —	m —	m —	m —
Indigo	f —	f —	m —	m —	f —
Galläpfel	f f —	f —	f —	f —	f —
Bärlappsamen	p p —	p —	m —	m —	p p —
Weitzenmehl	f +	f +	m +	f +	f +
Haarpuder	f —	m —	f +	f +	f —
Saftgrün	f —	f —	f —	f —	f —
Os sepiae	m —	m —	p +	m +	p p —
Rohe Platina, die der Magnet nicht ziehet	o	p p —	p —	p —	p —

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. 2 Bände. Leipzig 1797. B. I. S. 348. und B. II. S. 1 u. f.

Elektro-

Elektrophor, doppelter, ist eine vom Herrn Hofrath **Lichtenberg** angegebene Einrichtung des Elektrophors, um beyde Elektricitäten, die positive und negative, bequem bey einander zu haben.

Es wird ein Bret von Lindenholz etwa 2 Fuß lang, 1 Fuß breit und 1 Zoll dick genommen, und dasselbe entweder mit Stanniol oder Goldpapier u. d. g. überzogen, so daß auch der äußere Rand beleget ist. Um dieses belegte Bret wird ein Rand von dünnem Holzspan mittelst metallener Nägel, welche bis in die Belegung hineingehen, befestiget, welche etwa 2½ Linien über das Bretchen hervorraget. Dieß Bret, welches auf diese Weise die Gestalt einer Schüssel hat, wird mit einer Harzcomposition ausgefüllt. Der Deckel hierzu hat etwa 10 Zoll im Durchmesser. Hierauf wird nun die eine Stelle (fig. 34.) a mit Katzen- oder Hasenbalge, oder auch mit Flanell gerieben, wodurch sie negativ elektrisiret wird, wogegen aber der aufgesetzte und berührte Deckel die positive Elektricität erhält. Auf die andere Seite b wird nun ein messingener Ring gestellt, welcher etwa 1 Zoll im Durchmesser und dieselbe Höhe hat; auf diesen wird der auf der Stelle gewesene und berührte Deckel gebracht, wodurch die Stelle des Harzkuchens, welche der Ring berühret, positive Elektricität erhält. Nach dieser Verrichtung wird der Ring mittelst eines Nichtleiters als einer Stange Siegellack, einer Glassäule, eines Federkiels u. s. f. ein wenig aus seiner vorigen Lage verschoben, so daß derselbe etwa nach acht Verrichtungen über den ganzen Raum b gekommen ist, worauf er ganz abgenommen wird. Dadurch ist nun b positiv geworden, mithin erlangt der auf b gelegte und berührte Deckel die negative Elektricität. Hieraus sieht man also, daß beyde Elektricitäten sich nun neben einander befinden, und auf bequeme Art benutzt werden können. Die Stelle a macht den Deckel positiv, und b denselben negativ. Mit dieser negativen Elektricität kann a noch stärker negativ gemacht werden, wenn man den messingenen Ring auf a stellt, und mit dem von b aufgehobenen Deckel

Deckel einen Funken daraus ziehet. Auf diese Weise kann auch b noch stärker positiv gemacht werden. Hieraus sieht man deutlich, daß auf solche wechselseitige Art beyde Stellen a und b einen beträchtlichen Grad von Elektricität erlangen können.

M. s. Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. I. St. 2. S. 42. u. f.

Elementarfeuer (ignis elementaris, feu élémentaire) wird von einigen Naturforschern als eine feine, flüssige und sehr elastische Materie angenommen, welche alle Körper durchdringt, und die erste Ursache des Feuers ausmacht. Dieses Elementarfeuer hat, wie verschiedene andere Substanzen, die Eigenschaft in verschiedenen Körpern gebunden zu werden, so daß es in diesem Zustande auf unsere Sinne keine Empfindung hervorbringt, und als Bestandtheil der Körper zu betrachten ist. Sobald es aber durch irgend eine Ursache in einem gewissen Gleichgewichte gestöret wird, so wirkt es alsdann frey, afficiret unsere äußeren Sinne, und wirkt in gewissen Verhältnissen auf andere Körper. So vermuthet Herr **Gardini**, daß das Elementarfeuer ein Bestandtheil der elektrischen Materie sey. (M. s. **Elektricität**. Th. I. S. 944.)

Elemente, Uranfänge, Urstoffe (elementa, principia prima, éléments) sind diejenigen Bestandtheile der Körper, welche aus weiter keinen ungleichartigen Theilen zusammengesetzet sind, und folglich als einfach betrachtet werden müssen.

Die Peripatetiker zählen vier Elemente, nämlich Wasser, Feuer, Luft und Erde; **Becher** nahm als Elemente das Wasser und die drey verschiedenen Erden an, welche er **glasartige** (terra prima), **entzündliche** (terra secunda) und **merkurialische** (terra tertia) nennt. Die Alchymisten betrachten folgende Stoffe als elementarisch, den Merkurius, das Phlegma, das Salz, den Schwefel und die Erde. Die Chemie hat aber gezeigt, daß die mehresten von diesen angeführten Elementen keinesweges als einfache

fache Stoffe aufgeführet werden können; dagegen ist durch sie bey der mannigfaltigen Zergliederung der verschiedentlichen Körper und Materien, womit man Erfahrungen hat anstellen können, eine Menge unzerlegter, mithin für uns einfache Stoffe entdecket worden. (M. s. **Chymie**). Es ist aber unläugbar, daß es die chemische Kunst noch lange nicht so weit gebracht hat, alle diese für einfach angegebene Stoffe mit Gewißheit als solche aufzuführen. Denn dieß kann uns noch nicht berechtigen, sie für einfache Stoffe oder Elemente gelten zu lassen, wenn sie bis jetzt die Chymie in keine andere ungleichartige Bestandtheile zerlegen kann. Es ist daher eigentlich ganz unmöglich, eine bestimmte Anzahl von Elementen festzusetzen. Gewiß heißt es aber der Natur Gewalt anthun, die specifischen Verschiedenheiten der Körper nur aus sehr wenigen Elementen abzuleiten.

Elemente der Bahn (elementa orbitae, éléments d'une planète) sind die aus den Beobachtungen eines Planeten oder Kometen hergeleiteten Bestimmungen in Ansehung seines Laufes, seines Standes und aller übrigen dahin gehörigen Umstände.

Die Elemente der Bahn bey dem Planeten sind folgende: 1. die Eccentricität der Bahn (m. s. **Eccentricität**), 2. der Ort der Sonnenferne (s. **Sonnenferne**), 3. die mittlere heliocentrische Länge für einen gewissen bestimmten Augenblick, oder die Epoche des mittleren Ortes, 4. die mittlere Geschwindigkeit des Planeten, 5. die Lage der Knotenlinien (s. **Knoten**), und 6. die Neigung der Bahn oder der Winkel, welchen sie mit der Erdbahn macht. Die vier ersten Elemente betreffen vorzüglich die Bestimmung der Längen, und die beyden andern die der Breiten der Planeten. Wenn der Unterschied zwischen der Epoche und der gegebenen Zeit bekannt ist, so läßt sich aus der mittleren Geschwindigkeit, welche durch eine leichte Division der gehörig bestimmten Umlaufszeit in 360 Grad gefunden wird, bestimmen, um wie viel sich in dieser Zwischenzeit der mittlere Ort verändert habe, und wohin er folglich für die gegebene

Zeit falle. Wird alsdann dieß mit dem Orte der Sonnenferne verglichen, so ergibt sich die mittlere Anomalie des Planeten, woraus sich vermittelst der Eccentricität durch das keplerische Problem die wahre Anomalie, und folglich die heliocentrische Länge für die gegebene Zeit finden läßt. M. s. **Anomalie.** Aus dieser Bestimmung und aus der Lage der Knotenlinie und der Neigung der Bahn gegen die Erdfläche läßt sich die heliocentrische Breite für die gegebene Zeit finden.

Diese Berechnungen werden durch die astronomischen Tafeln, welche besonders für einen jeden Planeten bearbeitet sind, sehr erleichtert. Diese Tafeln müssen jedoch immer von Zeit zu Zeit mehr berichtiget werden, weil die Beobachtungen, woraus die Bestimmungen der Elemente gezogen werden, gewissen Unvollkommenheiten ausgesetzet sind.

In Ansehung der Kometen ist zu bemerken, daß ihre elliptische Bahnen sehr eccentrisch sind, und daß wir nur einen Theil derselben, welcher in die Nähe der Sonne und der Erde fällt, betrachten können. Aus Gründen der höhern Geometrie läßt sich dieser Theil als ein parabolisches Stück betrachten. Mithin sind hier folgende Elemente zu bemerken: 1. der Ort der Sonnennähe, 2. die Zeit des Durchgangs durch die Sonnennähe, 3. die Entfernung der Sonne von dem Kometen in der Sonnennähe, 4. die Lage der Knotenlinie, 5. die Neigung der Bahn gegen die Fläche der Ecclipfik, und 6. die Richtung des Laufs, ob er nämlich, wie bey den Planeten, in seinem Laufe die Ordnung der Zeichen des Thierkreises befolge, oder denselben entgegen gehe. Aus den Bestimmungen dieser Elemente kann man einen Kometen von dem andern unterscheiden. Denn sobald ein gewisser Komet nach einer Reihe von Jahren wieder erscheinet, bey welchem eben die Elemente beobachtet werden, als sie vorher beobachtet wurden, so läßt sich auch schließen, daß dieß der nämliche wieder erscheinende Komet sey. Halley fand schon, daß unter den von ihn berechneten Kometen drey sich befanden, nämlich die von den Jahren 1531. 1607 und 1682, bey welchen die vorigen Bestimmungen nahe mit einander zusammentra-

fen,

sey, und daß die Dauer der Zwischenzeit ihrer Erscheinung 75 bis 76 Jahre sey, woraus er schloß, daß dieß wohl ein und derselbe Komet seyn könne. Er verkündigte daher die Wiederkunft dieses Kometen auf das Jahr 1759, welche auch wirklich eintraf.

Elementarwelt, Elementglas s. Schwimmen.

Elongation, Ausweichung (elongatio, élongation). Hierunter versteht man die Winkel, unter welchem ein Planet von der Sonne entfernt zu seyn scheinet. So ist z. B. die Elongation des Mondes von der Sonne im ersten Viertel 90 Grad östlich, hingegen im letzten Viertel 90 Grad westlich.

Emanation s. Ausflüsse.

Emanationssystem, Emissionssystem (systema emanationis s. emissionis, systême d'émanation ou d'émission) ist die Lehre, nach welcher das Licht als eine eigene Substanz, und die Lichtstrahlen als die Wege materieller aus den leuchtenden Körpern ausfließender Theilchen gehalten wird. Vor **Newton** war zwar die Meinung schon herrschend, daß das Licht ein Ausfluß eines substantiellen Wesens sey, allein ihre Erklärungen daraus waren äußerst mangelhaft und oftmahls abgeschmackt; erst **Newton** beschäftigte sich mit der Untersuchung der Erscheinungen und Gesetze des Lichtes auf eine weit vernünftigere Weise. In seiner Optik sucht er zuerst die Hypothesen derjenigen unwahrscheinlich zu machen, welche die Erscheinungen des Lichtes allein als Modificationen der Strahlen, oder als Stoß und Fortpflanzung einer Bewegung durch ein feines, flüssiges Mittel erklären wollen, indem er die Frage aufstellt, ob nicht vielleicht die Lichtstrahlen substantielle Ausflüsse von den leuchtenden Körpern seyn möchten, und durch die Anziehung in den mancherley Körpern, welche sie in ihrem Wege treffen, gebrochen würden u. s. f. Seit dieser Zeit hat dieses System erst sein ganzes Ansehen erhalten, und es sind wohl jetzt die wenigsten Physiker, welche demselben nicht zugethan sind. Die vorzüglichsten von den Gründen, welche man diesem Systeme entgegenge-

gengesetzet hat, findet man beym **Euler** α). Auch hat neuerlich der Herr Bergrath **Scherer** β) sich gegen das Emanationssystem erkläret, und sogar diejenigen, welche eine materielle Ursache des Lichtes annehmen, der gröbsten Inconsequenz beschuldiget. Der Weise geht zwar lächelnd vorüber, aber ein fühlbares, edles Herz empört sich doch über manche beleidigende Ausdrücke großer und verdienter Männer. Mit mehreren hiervon unter dem Artickel **Licht**.

Entbindungsflasche s. **Pneumatisch-chymischer Apparat.**

Entfernung, wahre, Abstand, Distanz (distantia, distance) ist der kürzeste Weg, welchen man nehmen kann, um von dem einen Gegenstande zum andern zu kommen. Daher ist die Entfernung eines Punktes von einem andern die gerade Linie zwischen beyden Punkten, die Entfernung eines Punktes von einer geraden Linie oder von einer Ebene die senkrechte Linie, welche sich von dem Punkte auf die Linie oder Ebene fällen läßt.

Bey wirklich physischen Körpern nimmt man gewisse der Lage nach bestimmte Punkte entweder in den Körpern oder auf der Oberfläche desselben an, um die Entfernung zweyer Körper von einander zu erhalten. So ist z. B. die Entfernung der Sonne von der Erde die gerade Linie zwischen den Mittelpunkten beyder Körper, die Entfernung eines Gegenstandes zum andern auf unserer Erde, wie z. B. die Entfernung zweyer Thürme von einander, die gerade Linie zwischen den Spitzen derselben u. s. w. Nur ist bey den Entfernungen der Gegenstände auf unserer Erde noch zu bemerken, daß diese bey sehr weit entlegenen Orten von einander nicht als die gerade Linie zwischen beyden Orten angenommen wird, sondern der Bogen eines größten Kreises auf der Fläche der Erdkugel, welcher zwischen beyden Orten liegt.

Wie

α) Noua theoria lucis et colorum in opusc. var. argum. Berol. 1746. 4. p. 171‒182.

β) Nachträge zu seinen Grundzügen der neuen chemischen Theorie. Jena, 1796. 8.

Wie diese Entfernungen gemessen werden, das muß die ausübende Mathematik zeigen. Die Kenntnisse, welche dazu erfordert werden, sind in manchen Fällen nicht geringe; der menschliche Geist, welcher gewiß zu höheren Bestimmungen als zu diesem Erdenleben bestimmt ist, erwarb sich diese, und unternahm Messungen im Großen, welche eben so ehrenvoll als nützlich sind. Aber auch hier sind dem Menschen Grenzen gesetzet, die er nicht überschreiten kann. So ist er im Stande, die Entfernungen der zum Sonnensysteme gehörigen Himmelskörper von einander mit ziemlicher Genauigkeit zu messen. Für die Fixsterne hingegen hat man noch kein Mittel auffinden können, die Entfernungen derselben nicht allein von unserer Erde, sondern auch selbst unter einander zu messen.

Entfernung, scheinbare, scheinbarer Abstand (diſtantia apparens, diſtance apparente). Dieser Ausdruck wird in verschiedener Bedeutung genommen. Man redet von der scheinbaren Entfernung zweyer Objekte von einander, welche beyde außer uns sich befinden, wie z. B. die Entfernung zweyer Sterne von einander, die Entfernung zweyer Gegenstände auf unserer Erde von einander u. s. f.; oder man redet von der scheinbaren Entfernung eines Objektes von uns oder von unserem Auge, wie z. B. eines Kirchthurmes von unserem Auge, die Sonne von uns u. s. f.

Es sey (fig. 35.) o das Auge, und die beyden Gegenstände a und b liegen außerhalb des Auges, so schließen die von selbigen ins Auge kommenden Lichtstrahlen ao und bo den Winkel aob ein, welcher in der Optik die **scheinbare Entfernung** der Gegenstände a und b von einander genannt wird; es ist eigentlich der optische Winkel, unter welchem die wahre Entfernung ab beyder Objekte von einander dem Auge erscheinet. Bey dieser Bedeutung des Ausdrucks, **scheinbare Entfernung**, sieht man bloß auf das, was dem Auge dargestellt wird, ohne im geringsten Rücksicht darauf zu nehmen, was vor ein Urtheil die Seele über diese Darstellung fällt. Denn es bleibt hierbey dem Auge ganz gleichgültig,

wie weit die Gegenstände a und b vom Auge wirklich entfernet sind, indem der Lichtstrahl, welcher von b ins Auge fällt, dasselbe eben so rühren und auf dasselbe wirken wird, als wenn er von c herkäme. Bey der bloßen Betrachtung dieser beyden Gegenstände werden wir also nicht belehret, ob der Gegenstand in b oder c liegt, das einzige, was wir wahrnehmen, ist, daß die Lichtstrahlen nach verschiedenen Richtungen hingehen, welche durch den Winkel a o b bestimmt werden. Auf diese Weise betrachtet man in der Optik den scheinbaren Abstand zwey vom Auge sehr weit entlegener Gegenstände von einander, indem man bloß auf die Größe des Winkels sieht, welchen die beyden von den Gegenständen ausfließenden Lichtstrahlen im Auge einschließen. Auch heißt so in der Astronomie der scheinbare Abstand des einen Sterns von dem andern der Winkel, welchen die beyden Gesichtslinien im Auge mit einander machen, worunter man auch oft den Bogen des größten Kreises, zwischen beyden Sternen, welcher als das Maß jenes Winkels angesehen wird, verstehet.

Da es also in Ansehung der Empfindung, welche das Auge erhält, ganz gleichgültig ist, in welcher Stelle der Linie o b sich der Gegenstand b befindet, so erhellet daraus, daß wir eigentlich nicht unmittelbar durchs Gesicht die Entfernungen der um uns herum befindlichen Gegenstände vom Auge wahrnehmen. Selbst bey dem Urtheile über die Entfernungen sichtbarer Gegenstände von uns mischen sich die Vorstellungen zugleich mit ein, welche wir sonst durchs Gefühl bekommen haben. Von Jugend auf ist es uns gleichsam natürlich gewesen, in allen denjenigen Fällen, wo wir von dem Auge allein von der Beschaffenheit des Gegenstandes keine völlige Belehrung erhalten würden, das Gefühl zu Hülfe zu nehmen. Beyde Sinne haben wir zugleich gebrauchet, und wenn nun der eine von diesen beyden Sinnen gerühret wird, so verbindet unsere Einbildungskraft zugleich mit jener Empfindung eben die Vorstellung davon, welche wir sonst durch den andern Sinn bekommen haben. Wenn

wir

wir also Gegenstände sehen, so urtheilen wir sogleich, ohne es deutlich wahrzunehmen, über ihre Entfernung von einander, und vermengen daher die Urtheile mit dem Sehen selbst so innig, daß wir die reine optische Darstellung von dem über sie gefällten Urtheile nicht mehr unterscheiden, und das zu sehen glauben, was wir doch nur aus dem Gesehenen schließen. Da nun in solchen Fällen, welche ganz ungewöhnlich sind, unsere Urtheile, die wir ganz nach den gewöhnlichen Fällen abfassen, unrichtig seyn müssen, so schließen wir alsdann falsch, ob wir gleich richtig sehen. M. s. **Gesichtsbetrug.**

Wenn wir also zwey Objekte außer uns wahrnehmen, so pflegen wir auch zugleich beym ersten Anblick, ohne es uns bewußt zu seyn, über ihre wahre Entfernung von einander zu urtheilen, und die Größe, welche wir hierdurch der wahren Entfernung beylegen, nennt man ebenfalls die **scheinbare Entfernung.** Bey dieser Bedeutung des Wortes kömmt es nicht allein auf die Größe des optischen Winkels, sondern zugleich auf andere Umstände an, die wir bey dem Gesehenen zugleich mit zu Hülfe nehmen. Wenn z. B. das Auge o die beyden Gegenstände unter dem optischen Winkel a o b siehet, und nun nichts weiter wahrnimmt, welches der Seele urtheilen ließ, daß b vom Auge weiter als a entfernet wäre, so wird es nun beyde Objekte für gleich weit halten, und zugleich schließen, daß sie nahe an einander liegen, wenn der Winkel o sehr klein, obgleich ihre wahre Entfernung unendlich groß seyn kann. Es ist demnach die scheinbare Entfernung beyder Gegenstände von einander der optische Winkel a o b in der ersten Bedeutung des Ausdrucks, in der zweyten hingegen eine Länge von sehr wenigen Füßen. Hieraus sieht man also deutlich, daß im ersten Falle etwas Bestimmtes, im andern hingegen etwas Unbestimmtes ausgedruckt werde, welches letztere ganz allein von unserem Urtheile abhängt, das bald wahr, bald falsch seyn kann. So scheinen uns ein Paar Fixsterne kaum einen Fuß weit von einander abzustehen, und gleich-

wohl kann ihre wahre Entfernung von einander unendlich groß seyn.

Was nun die **scheinbare Entfernung** eines Objektes von unserem Auge selbst anlangt, wovon in diesem Artikel vorzüglich die Rede ist, so kann hier gar kein optischer Winkel Statt finden, weil nur ein einziges Objekt in Betrachtung gezogen wird, dessen scheinbare Entfernung folglich ganz allein von unserem Urtheile abhängt, wie groß dieses selbige schäßt. Denn wir sind von Jugend auf gewohnt, bey jeder Betrachtung eines Objektes zugleich ein Urtheil über die Entfernung desselben von uns zu fällen, ohne daß uns der vom Objekte herkommende Strahl nur irgend etwas von der Entfernung belehrte.

Daß der Mensch mit der Empfindung des Sehens zugleich die Empfindung des Gefühls verbindet, und auf diese Weise durch fortgesetzte Erfahrungen in den Stand gesetzet wird, aus dem Anblicke der Objekte auf ihre Größe, Entfernung, Gestalten u. d. g. zu schließen, das beweiset vorzüglich der von **Cheselden** am Staar operirte Blindgeborne *). Als dieser junge Mensch zuerst sahe, wußte er so wenig von Entfernungen zu urtheilen, daß er sich einbildete, alle Sachen, die er sähe, berührten seine Augen, wie das, was er fühlte, seine Haut. Er kannte von keiner Sache die Gestalt, unterschied auch keine Sache von der andern, sie möchte eine noch so verschiedene Gestalt und Größe haben. Daraus erhellet, daß wir eigentlich von der frühesten Jugend an das Sehen oder vielmehr über das Gesehene fast eben so urtheilen lernen müssen, als wir die Sprache lernen. Es stellen uns nämlich die gesehenen Gegenstände gewisse Zeichen vor, deren Bedeutungen wir erst durch fortgesetzte Erfahrungen kennen lernen. Daraus entsteht alsdann nach und nach eine gewisse Fertigkeit, die man das **Augenmaß** nennt, wodurch wir in Stand gesetzet werden, sehr schnell auf die Größe, Gestalt, Entfernung u. d. g. der gesehenen Dinge zu schließen. Man versteht daher unter der **scheinbaren**

*) Smith's Lehrbegriff der Optik durch Kästner. S. 40.

baren Entfernung eines Objektes von uns nichts anders, als eine Vorstellung einer wirklichen Entfernung, welche wir durch das Augenmaß schätzen. Alle diese Umstände, wodurch wir ein Augenmaß erhalten, sind in uns verworren vorgestellt, und zwar bey dem einen mehr, bey dem andern weniger. Daraus ist es auch begreiflich, daß die Urtheile über die Schätzung der Entfernung eines Objektes von unserem Auge nach dem Augenmaße ungemein verschieden ausfallen müssen.

Die Meinungen verschiedener Optiker über die Umstände, wodurch das Urtheil der Seele über die Entfernungen bestimmt wird, sind folgende:

Kepler *) war der Meinung, daß die Entfernung der beyden Augen von einander gleichsam die Grundlinie sey, deren man sich zur Messung solcher Entfernungen bediene, welche gegen jene nicht zu groß sind. Sobald jemand einen Gegenstand betrachtet, so richtet er beyde Augenaxen nach selbigem, und es ist natürlich, daß diese immer mehr zusammenrücken, folglich beyde Augen mehr einwärts gewendet werden müssen, je näher der Gegenstand unserem Gesichte liegt. Durch die Uebung wisse man nämlich, wie weit man die Augenaxen zusammenrücken müsse, um den Gegenstand genau zu betrachten, indem man dabey durch Erfahrung lerne, wie weit man die Hand darnach auszustrecken und dahin zu gehen habe. Dieser Umstand trägt allerdings zu dem Urtheile über geringe Entfernungen etwas bey; allein für größere Entfernungen verändert sich die Richtung der Augenaxen zu wenig, und es läßt sich hieraus nichts mehr schließen. Um aber auch zu erklären, wie man mit einem Auge Entfernungen schätzen könne, bemerket **Kepler**, daß es darauf ankomme, daß die Breite des Sternes im Auge gegen die Entfernungen ein merkliches Verhältniß habe. Auch der verschiedene Grad des Lichtes trage zur Schätzung der Entfernungen etwas bey.

*) Paralipom. ad Vitellion. p. 62. 63. 65. 66.

Descartes [α]) erläutert die Methode, die Entfernung der Objekte aus der Richtung der Augenaxen zu beurtheilen, durch die Vergleichung der Art, wie ein Blinder von der Entfernung einer Sache mittelst zweyer Stäbe selbst von unbekannter Länge urtheilet, wenn seine Hände, worin er die Stäbe hält, in einer bekannten Entfernung und Lage gegen einander sind. Nach seiner Meinung sind alle unsere Methoden, von der Entfernung der Gegenstände zu urtheilen, sehr unsicher, und in enge Grenzen eingeschränket. Die Richtung der Augenaxen könne in einer Entfernung von mehr als 15 oder 20 Fuß nicht mehr helfen, und die Veränderung in der Gestalt der Krystallinse diene nur in Weiten von 3 bis 4 Fuß. Denn er glaubet, daß bey veränderter Entfernung der betrachteten Sachen, die Figur des ganzen Auges sich verändere, und damit zugleich ein Theil des Gehirnes, wodurch die Seele die Entfernungen zu schätzen wisse. Weil bey etwas großen Entfernungen der Winkel der Augenaxen sich gar nicht merklich verändere, so könne man gewöhnlich sich keine Entfernungen, welche größer als 100 oder 200 Fuß sind, vorstellen.

Smith [β]) hat das Urtheil über die Entfernungen der Objekte ganz allein aus der scheinbaren Größe derselben, wodurch er den Sehewinkel versteht, herzuleiten gesucht. Nach ihm soll uns die Erfahrung gelehret haben, daß gewisse scheinbare Größen eines Körpers beständig mit gewissen Entfernungen verbunden sind; beym Anblick dieses Körpers errege also die Empfindung der scheinbaren Größe sogleich die Vorstellung seines Abstandes. — Die Begriffe veränderlicher Entfernungen müssen durch gewisse veränderliche Empfindungen erreget werden. — Indem sich aber die wirkliche Entfernung einer Sache verändere, so verändere sich im Bilde nichts, als dessen Größe: denn Gestalt, Farbe, Helligkeit und Deutlichkeit bleiben in den meisten Fällen fast einerley. Nach dieser Theorie müßte aber offenbar folgen, daß

α) In Dioptrica p. 68. 69. und de homine p. 66–71.
β) Lehrbegriff der Optik durch Kästner. S. 45 u. f.

daß die scheinbare Entfernung in eben dem Verhältnisse größer werde, als die scheinbare Größe kleiner werde, und umgekehrt. Allein es ist schon in den bekanntesten Fällen der Erfahrung ganz entgegen, die Entfernungen bloß nach der Größe des Sehewinkels zu schätzen.

De la Hire [α]) gibt fünf Stücke an, worauf wir unser Urtheil von der Entfernung der Gegenstände gründen. Diese sind, die scheinbare Größe, die Helligkeit der Farbe, die Richtung beyder Augenaxen, die Parallaxe oder der Veränderungswinkel der Gegenstände, und die Deutlichkeit ihrer kleinen Theile. Die Mahler, sagt er, haben nur die beyden ersten Stücke in ihrer Gewalt, und daher könne ein Gemählde nie das Auge vollkommen betrügen. Aber bey Theaterverzierungen, wo Theile des Gemähldes in verschiedene Entfernungen gestellet werden können, können sie gewissermaßen alle jene Stücke sich zu Nutze machen.

Eine deutliche und kurz gefaßte Vorstellung aller natürlichen Methoden von der Entfernung der Sachen zu urtheilen, gibt D. **Porterfield** [β]). Nach ihm kömmt es auf folgende Umstände an:

Das erste Mittel, dessen sich die Seele bedienet, die Entfernung einer Sache zu schätzen, ist die Einrichtung welche dem Auge nöthig ist, auf verschiedene Entfernungen deutlich zu sehen. Die Seele ist sich der dazu nöthigen Bemühungen bewußt, und kann dadurch gewissermaßen, selbst mit einem Auge allein, Entfernungen schätzen. Dieses Mittel kann aber nur zwischen den Grenzen des deutlichen Sehens Statt finden, und hilft daher außer denselben nicht mehr, wiewohl alsdann auch noch der größere oder geringere Grad der Deutlichkeit, nachdem die Sache weniger oder mehr über diese Grenzen hinaus liegt, ein Mittel abgeben kann, die Entfernung der Sache zu schätzen. Es hat aber auch dieses Mittel seine Schranken. Denn wenn die Entfernung der Sache so groß ist, daß die Weite der Oeffnung des Auges dagegen nicht

[α]) Accidens de la vue in den Mémoir. de Paris 1694.

[β]) Treatise on the eye. Edinb. 1759. Vol. II. p. 387 u. f.

nicht mehr in Vergleichung kömmt, so wird man die von einem Punkte der Sache herkommenden Strahlen für parallel halten können, und ihr Bild auf der Netzhaut wird deßwegen nicht merklich undeutlicher werden, wenn sie auch beträchtlich weiter entfernet wird.

Ein anderes und Hauptmittel liegt in dem Winkel der Augenaxen. Unsere beyden Augen sind gleichsam zwey Standpunkte, von welchen man die Entfernungen der Gegenstände aufnimmt; und dieserwegen fehlen Einäugige so oft, wenn sie in ein Glas Getränke gießen, ein Licht putzen, oder sonst etwas thun sollen, wozu man die Entfernungen genau abgemessen haben muß. Dieses überzeugend einzusehen, hänge man einen Ring an einen Faden auf, stelle sich zwey oder drey Schritte von ihm mit dem Gesichte gegen die schmale Fläche desselben gekehret, daß die Oeffnung nach der rechten und linken Hand hinliege, und versuche bey geschlossenem einen Auge mit einem am Ende gekrümmten Stabe durch den Ring zu treffen; man wird finden, daß dieß so leicht nicht angehe. Uebrigens hilft dieser Winkel der Augenaxen zur Schätzung der Entfernungen nur auf eine gewisse Weite, welche **Dechales** zu 120 Fuß ansetzet, weil weiterhin der Winkel sich nicht merklich verändert.

Das dritte Hülfsmittel besteht in der scheinbaren Größe der Gegenstände. Von der Veränderung des Bildes auf der Netzhaut schließen wir leicht auf die Entfernung der Sache, wofern uns anders die wahre Größe der Sache bekannt ist; denn sonst können wir aus der scheinbaren Größe allein gar nicht auf die Entfernung schließen. Hieraus läßt sich aber begreifen, warum man in der Schätzung der Entfernungen so oft irret, wenn man einen Gegenstand von ungewöhnlicher Größe vor sich siehet, als z. B. wenn man gegen eine sehr große Stadt, einen Berg von außerordentlicher Größe zu reiset, da man dergleichen Gegenstände immer für näher hält, als sie wirklich sind. Eben so sehen auch Thiere und alle kleine Sachen, welche man von unten aus einem Thale an einem

hohen Berge siehet, außerordentlich klein aus, indem wir den hohen Berg für niedriger halten, als er wirklich ist.

Das vierte Hülfsmittel ist nach **Porterfield** die Lebhaftigkeit der Farbe, womit die Gegenstände erscheinen. Wenn wir wissen, daß zwey Sachen einerley und gleich starke Farbe haben, und die eine erscheinet uns heller und lebhafter als die andere, so werden wir die hellere für näher halten.

Das fünfte Hülfsmittel besteht in dem verschiedentlichen Aussehen der kleinen Theile der Gegenstände. Wenn man diese deutlich erkennt, so halten wir den Gegenstand für nahe; können wir sie aber nicht anders als undeutlich oder gar nicht sehen, so halten wir ihn entfernet. Denn je weiter solche Sachen von unserem Auge fortrücken, desto kleiner wird der Sehewinkel, und bey sehr großen Entfernungen wird er so klein, daß man sie entweder gar nicht mehr, oder doch sehr undeutlich, wahrnehmen kann.

Das sechste und letzte Mittel liegt darin, daß man nicht eine Sache allein, sondern alle umliegende um den Hauptgegenstand, dessen Entfernung man schätzet, zugleich mit betrachtet. Je mehr der Zwischenraum von dem Auge bis an denselben in kleinere und erkannte Theile getheilet ist, desto größer wird es uns vorkommen. Es scheinen daher Entfernungen auf unebenen Flächen kleiner als auf einer ebenen. Denn die Ungleichheiten des Bodens, als Hügel, Vertiefungen und Flüsse, welche niedrig und außer dem Gesichte sind, fallen theils nicht in die Augen, theils entziehen sie das dahinter liegende dem Anblicke.

Außer diesen von **Porterfield** angegebenen Umständen lassen sich vielleicht noch andere gedenken, um ein Urtheil über die Entfernungen der Gegenstände zu fällen. Uebrigens ist es aber wohl gewiß, daß zur Schätzung der scheinbaren Entfernungen der Gegenstände sich der eine mehr an diesen, der andere an jenen Umstand von Jugend auf unvermerkt gewöhnt, und eben daher sind die Urtheile verschiedener Personen über die scheinbaren Entfernungen auch sehr verschieden.

M.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik aus dem Engl. übers. durch **Klügel** S. 69. 95. 156. 496.

Entfernung einer Kraft vom Ruhepunkte (distantia ab hypomochlio) heißt in den mechanischen Wissenschaften die Länge der aus dem Ruhepunkte auf die Richtung der Kraft senkrecht gezogenen Linie.

Bey einer jeden Maschine muß es eine Stelle geben, welche die daselbst angebrachte Kraft unmittelbar angreift, und welche folglich mit einer gewissen Geschwindigkeit beweget wird. Diese Bewegung mag nun auch seyn, welche sie will, so kann man sich doch immer die Vorstellung machen, daß sie um einen gewissen festen Punkt in einer gewissen Entfernung von selbigem an einer geraden Linie erfolge, auf welche die angebrachte Kraft senkrecht wirkt, und eben diese Entfernung heißt die **Entfernung der Kraft vom Ruhepunkte**. Man sieht leicht, daß diese Entfernung größer seyn müsse, wenn die Geschwindigkeit der Stelle der Maschine, welche von der daselbst angebrachten Kraft angegriffen wird, größer ist, und daß alsdann die Wirkung der Kraft größer ausfallen müsse.

Entladung s. **Leidner Flasche**.

Entzündbare Luft s. **Gas, brennbares**.

Entzündlicher Grundstoff s. **Brennstoff**.

Entzündung s. **Verbrennen**.

Entzündungen, freywillige s. **Selbstentzündungen**.

Entzündungspunkt des de Lüc s. **Feuer, Thermometer**.

Epakten (epactae, épactes) heißen in der praktischen Chronologie diejenigen Zahlen, welche für ein jedes Jahr das Mondalter am 1. Januar angeben, oder welche anzeigen, wie viele Tage vor dem 1. Januar verflossen sind, da der letzte Neumond eingetreten war. Für das Jahr 1798 z. B. ist die Epakte XII, weil der letzte Neumond des Jahres 1797 auf den 19. December fiel, und folglich beym Anfange des 1. Januars etwa 12 Tage nach dem

letzten Neumonde verflossen waren. Fiele der Neumond gerade auf den 1. Januar, so würde die Epakte = 0 seyn, und dieses wird durch ein Sternchen * angedeutet.

Auch nennt man den Unterschied eines gemeinen julianischen und eines bürgerlichen Mondenjahres die **jährliche Mondepakte.** Da nun das julianische Jahr 365 Tage und das bürgerliche Mondenjahr 354 Tage hält (m. s. Cykel), so beträgt die jährliche Mondepakte gerade 11 Tage. War also im ersten Jahre des Mondcykels am 1. Januar Neumond, so waren am 1. Januar im zweyten Jahre des Mondcykels schon 11 Tage seit dem letzten Neumonde verflossen; am 1. Januar des dritten Jahres 22 Tage, am 1. Januar des vierten Jahres 33 Tage, welche einen bürgerlichen Mondenmonath und 3 Tage betragen, den Monath zu 30 Tage gerechnet. Am 30. Tage fiel nun aber auch ein Neumond ein, mithin waren am 1. Januar des vierten Jahres nach dem Neumonde 3 Tage verflossen. Wenn man auf diese Weise beständig zu dem vorigen Jahre die 11jährlichen Epaktentage dazu rechnet, und nur die Tage bemerket, welche in der Summe über einen Monath wechselsweise zu 30 und 29 Tage genommen übrig bleiben, so zeigt jedes Mahl dieser Rest, wie viele Tage beym Anfange des Jahres am 1. Januar seit dem letzten Monathe verflossen sind. Auf diese Weise würde man also die Epakten des Mondcykels finden. Allein am Ende des 19jährigen Cykels würde man doch dabey um $2\frac{1}{2}$ Tag gefehlet haben. Daher müssen eigentlich die Epakten auf folgende Art gezählet werden.

Güldene Zahl.	Zusammengerechnete Epaktentage.	Epakte des Jahres.
1	11 T. — 3 St.	*XI.*
2	22 T. — 6 St.	*XXII.*
3	33 T. — 9 St. = 30 T. — 9 St. + 3 T.	*III.*
4	44 T. — 12 St. = 30 T. — 12 St. + 14 T.	*XIV.*
5	55 T. — 15 St. = 30 T. — 15 St. + 25 T.	*XXV.*
6	66 T. — 18 St. = 60 T. — 18 St. + 6 T.	*VI.*
7	77 T. — 21 St. = 60 T. — 21 St. + 17 T.	*XVII.*
8	88 T. — 24 St. = 60 T. — 24 St. + 28 T.	*XXVIII.*

9

Güldene Zahl.	Zusammengerechnete Epaktentage.	Epakte des Jahres.
9	99 T. — 27 St. = 90 T. 27 St. + 9 T.	*IX.*
10	110 T. — 30 St. = 90 T. 30 St. + 20 T.	*XX.*
11	121 T. — 33 St. = 120 T. 33 St. + 1 T.	*I.*
12	132 T. — 36 St. = 120 T. — 36 St. + 12 T.	*XII.*
13	143 T. — 39 St. = 120 T. — 39 St. + 23 T.	*XXIII.*
14	154 T. — 42 St. = 150 T. — 42 St. + 4 T.	*IV.*
15	165 T. — 45 St. = 150 T. — 45 St. + 15 T.	*XV*
16	176 T. — 48 St. = 150 T. 48 St. + 26 T.	*XXVI.*
17	187 T. — 51 St. = 180 T. — 51 St. + 7 T.	*VII.*
18	198 T. — 54 St. = 180 T. — 54 St. + 18 T.	*XVIII.*
19	209 T. — 57 St. = 180 T. — 57 St. + 29 T.	*XXIX.*

Im dritten Jahre rechnet man also 30 Tage — 9 Stunden für einen Monath, im sechsten Jahre 60 Tage — 18 Stunden für zwey Monathe, im neunten Jahre 90 Tage — 27 Stunden für drey Monathe u. s. f.

Man findet also für die julianische Jahrrechnung die Jahrepakten auf folgende Art: man multiplicire die güldene Zahl mit der Zahl 11, so wird dieses Produkt, wenn es unter 30 ist, die verlangte Jahrepakte seyn. Ist aber das Produkt größer als 30, so muß man es durch 30 dividiren, da alsdann der Rest die gesuchte Epakte ist. Für das Jahr 1798 z. B. ist die güldene Zahl 13, mithin ergibt sich 13 XII = 143, und dieses Produkt durch 30 dividiret der Quotient $\frac{143}{30}$ = 4 und 23 bleibt zum Reste, folglich ist XXIII die Jahrepakte.

Julianische Epaktentafel.

güldene Zahl.	Epakten.	güld. Z.	Epakten.	güld. Z.	Epakten.
1	*XI.*	7	*XVII.*	13	*XXIII.*
2	*XXII.*	8	*XXVIII.*	14	*IV.*
3	*III.*	9	*IX.*	15	*XV.*
4	*XIV.*	10	*XX.*	16	*XXVI.*
5	*XXV.*	11	*I.*	17	*VII*
6	*VI.*	12	*XII.*	18	*XVIII.*
				19	*XXIX.*

Weil

Weil nach der gregorianischen Verbesserung im Jahre 1582. zehn Tage im julianischen Jahre weggelassen wurden, und die Jahre 1700 und 1800 keine Schaltjahre, sondern gemeine Jahre seyn sollten, so sind die Epakten von 1700 bis 1800 um 11 und von 1800 bis 1900 um 12 Tage kleiner.

Wenn man das julianische Jahr von 365 Tagen 6 Stunden mit der Zahl 19 multipliciret, so findet man das Produkt 6939 Tage 18 Stunden. Ein synodischer Mondenmonath aber beträgt 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 3 Sekunden, folglich werden 235 synodische Mondenmonathe 6939 Tage 16 Stunden 31 Minuten 45 Sekunden ausmachen. Daraus folgt, daß 19 julianische Jahre um 1 Stunde 28 Minuten 15 Sekunden oder 5295 Sekunden größer sind als 235 synodische Mondenmonathe. Da nun ein Tag 86400 Sekunden hält, so wird dieser Unterschied in einer Periode von 19 julianischen Jahren $\frac{5295}{86400}$ eines Tages betragen, mithin in $\frac{86400}{5295}$. 19 Jahren einem ganzen Tage gleich werden. Diese Menge gibt 310 Jahr. Demnach ist die angegebene julianische Epaktentafel nur 310 Jahr zu gebrauchen; nach dieser verflossenen Zeit muß jede Epakte um 1 vergrößert werden, damit sie die Neumonde um einen Tag früher angeben. Diese Verbesserung heißt die **Mondgleichung**. Im Gegentheil muß die Epakte um 1 vermindert werden, wenn am Ende eines Jahrhunderts ein Schalttag weggelassen wird, damit sie die Neumonde um einen Tag später anzeigen, und diese Verbesserung heißt die **Sonnengleichung**.

Fiel am 1. Januar ein Neumond ein, so wäre abermahls am 31. Januar, am 1. März und 31. März Neumond u. s. f. Soll also die Jahresepakte das Alter der Neumonde für den 1. Januar anzeigen, so wird die Epakte im dritten Jahre = 0 seyn müssen. Im Jahre 800 ward eine Mondgleichung nöthig, und es mußten daher die Epakten um 1 vermehret werden. Auch in den Jahren 1100 und 1400

ward eine Mondgleichung nöthig, daher mußten die Epakten vom Jahre 1400 und 1700 um 3 vermehret werden. Weil aber im Jahre 1582 nach der gregorianischen Kalenderverbesserung zehn Tage weggelassen wurden, so mußten nun auch die Epakten um 10 verändert werden. Daher wird nach angenommener Voraussetzung die Epakte im dritten Jahre = III — X = XXXIII — X = XXIII. Im Jahre 1700 wäre wieder die Mondgleichung nöthig gewesen; bey der Kalenderverbesserung aber wurde festgesetzet, daß sie bis zum Jahre 1800 ausgesetzet bleiben sollte. Weil nun auch am Ende eines Jahrhunderts die Sonnengleichung nöthig ist, so ward im Jahre 1700 diese angebracht, und die Epakten um 1 vermindert. Folglich war die Epakte im dritten Jahre = XXII. Weil ferner im Jahre 1800 auch eine Sonnengleichung nöthig ist, so heben sich beyde die Sonnen- und Mondgleichung auf, und man erhält folgende gregorianische Epaktentafel für die Jahre 1700 bis 1900:

güldene Zahl.	Epakte.	güld. Z.	Epakte.	güld. Z.	Epakte.
1	*	7	*VI.*	13	*XII.*
2	*XI.*	8	*XVII.*	14	*XXIII.*
3	*XXII.*	9	*XXVIII.*	15	*IV.*
4	*III.*	10	*IX.*	16	*XV.*
5	*XIV.*	11	*XX.*	17	*XXVI.*
6	*XXV.*	12	*I.*	18	*VII.*
				19	*XVIII.*

Die Einführung der Epakten geschahe bloß zur Erleichterung der Berechnung des Osterfestes. Die Protestanten welche im Jahre 1700 den gregorianischen Kalender einführeten, verwarfen dazumahl die Epakten, und setzten ausdrücklich fest, daß der Ostervollmond nach **Keplers** rudolphinischen Tafeln für den Mittagskreis von Uranienberg berechnet werden, und nicht cyklisch seyn sollte. Im Jahr 1777. wurde jedoch endlich auch der gregorianische Kalender in Rücksicht der Festrechnung unter dem Nahmen des allgemeinen Reichskalenders eingeführet. Weil nun die gregorianischen Epakten die einzelnen Stunden, auf welchen die Neu

Neumonde fallen, nicht angeben, so würde bey der Feyerung des Osterfestes eine Ungewißheit Statt finden; fiele nämlich der Ostervollmond innerhalb Sonnabends und Sonntags, so kann die cyklische Rechnung selbigen auf einen Tag bestimmen, wenn ihn die astronomische auf einen andern Tag bestimmt, und dieß würde in Ansehung der Feyerung des Osterfestes gerade eine Woche Unterschied betragen. Im Jahre 325, als das Jahr der nicänischen Kirchenversammlung, war die güldene Zahl 3 und der Neumond fiel auf den 1. Januar. Auch kam die oben angegebene Epaktentafel mit der astronomischen genauern Rechnung überein; demnach hätte man eigentlich das Jahr 325 bey der verbesserten Einrichtung des Kalenders als das Grundjahr annehmen sollen; allein weil die Mondgleichung bis zum Jahre 1800 verschoben blieb, so war dieß eben so viel, als das Jahr 550 zum Grundjahre anzunehmen. Es waren also vom Jahre 325 bis 550 gerade 225 verflossen, und man kann nach der Regel Detri setzen: Nach 310 Jahren ist eine Mondgleichung von einem Tage oder von 24 Stunden nöthig, wie viele Stunden auf 225 Jahr? und man findet $\frac{225 \times 24}{310} = 17$ Stunden, d. h. die berechneten kirchlichen Neumonde fielen im Jahre 550 schon um 17 Stunden später, als die wahren Neumonde. Man hat ihn aber mit Fleiß gelten lassen, damit die cyklische Rechnung die Neumonde ungefähr einen Tag später angeben, als die wirklich astronomische, um dadurch desto sicherer Ostern nicht am Vollmonde zu feyern. Durch die Epakten ist nun die Berechnung des Osterfestes ungemein erleichtert worden.

Ephemeriden, astronomische Jahrbücher (ephemerides astronomicae, éphémérides) sind Bücher, in welchen für eine Reihe von Jahren die Stellen der Weltkörper und der merkwürdigsten Himmelsbegebenheiten für einen bestimmten Ort der Erde aus den astronomischen Tabellen berechnet angegeben sind.

Hieron. Cardan [α]) führet an, daß man zu den Zeiten des Ptolemäus aus Mangel der Ephemeriden viel mühsamer aus den Gestirnen gewahrsaget. Erst im Anfange des funfzehnten Jahrhunderts sey die Kunst, Ephemeriden zu berechnen, bekannt geworden. Der erste Urheber aber sey ihm unbekannt, **Purbach** scheine die Kunst gefunden zu haben, und sein Schüler, **Regiomontan**, habe sie vollkommener gemacht. Auch nach **Weidler** [β]) hat **Regiomontan** zuerst vollkommenere Ephemeriden von 1475 bis 1506 herausgegeben. Am Ende des funfzehnten Jahrhunderts besorgte auch **Joh. L. Santritter** Ephemeriden, sive Almanach perpetuum, in welchen er zugleich die Stellen angibt, wo die Planeten nach einigen Jahren wieder zusammen kommen. Nach diesen Ephemeriden folgten die von **Stöffler**, **Carion**, **Leovitius**, **Origanus** und **Keplern**, welche zum Theil für die Astrologie bestimmt waren. Unter den sehr vielen neuern haben vorzüglich die von **Manfredini** zu Bologna angefangenen, und von **Zanotti** fortgesetzten Ephemeriden ein großes Ansehen erhalten [γ]).

Von den Ephemeriden unterscheiden sich die astronomischen eigentlichen Kalender nur in Ansehung der Zeit. Jene begreifen beständig eine Reihe von Jahren, diese aber nur ein einziges Jahr. Die astronomischen Kalender werden für ein jedes Jahr unmittelbar aus den astronomischen Tafeln berechnet oder auch aus den Ephemeriden genommen, in so fern es thunlich ist, die Zeit des Ortes der Ephemeriden in die Zeit des Ortes des Kalenders zu verwandeln. Das höchste Alter von diesen jährlichen Büchern hat wohl die connoissance des tems. Zuerst gab sie **Picard** im Jahre 1679 heraus, und nachher setzten sie verschiedene Mitglieder der Akademie ununterbrochen fort; **Lefevre** 1685; **Lietaud** 1702; **Godin** 1730;

α) De rerum varietate Lib. XII. cap. 59.

β) Historia astronomiae cap. XII §. 18.

γ) *Eustachii Manfredini* ephemerides caelestium motuum e tab. Cassini 1715–1725. Bononiae 1715. II. Tom. 4. ferner von 1725–1750. Bonon. 1725. 4. *Eustachii Zanotti* ephemerides caelestium motuum 1751–1762. Bonon. 1750. 4. ferner von 1763–1773. Bonon. 1761. 4. und von 1774–1786. Bonon. 1773. 4.

1730; **Maraldi** 1735–1759. Nachher gab ihr **de la Lande** den Titel: connoissance des mouvements célestes, und änderte einiges darin. Dieß dauerte aber nur 6 Jahr; nach dieser Zeit erhielt sie den Titel und die Einrichtung wie vorher wieder. Einige Zeit hierauf ist sie von **Jeaurat** fortgesetzet worden. Einer von den verbesserten Kalendern ist der verbesserte leipziger, welchen der vormahlige Professor der Mathematik, **Junius**, im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts herauszugeben anfing, und er ist noch immer dem Liebhaber der Astronomie sehr brauchbar. Die Ephemeriden des P. **Hell** [α]) fingen mit dem Jahre 1757 an, und enthalten sehr schätzbare astronomische Abhandlungen. Für das Jahr 1767 erschien zu London zum ersten Mahle der englische Schifferkalender [β]), unter Herrn **Maskelyne** Aufsicht berechnet, besonders ist diesem Kalender eigen, daß er für gewisse Stunden des Tages und der Nacht berechnete Weiten des Mondes von Sonne und Sternen enthält. Das berliner astronomische Jahrbuch [γ]) kam zum ersten Mahle für das Jahr 1776 heraus, und zeichnet sich besonders durch eine ausgewählte Sammlung von Abhandlungen, Beobachtungen und Nachrichten aus. Es hörte dieß aber mit 1782 auf, und Herr **Bode** fing seitdem an, selbiges unter seinem Nahmen fortzusetzen. Es erscheinet dieß Jahrbuch immer zwey Jahre vor dem, welchem es bestimmt ist.

M. s. **Kästners** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Astronomie §. 344. f.

Epicykel (epicyclus, épicycle) heißt ein Kreis, dessen Mittelpunkt in der Peripherie eines andern Kreises sich beweget. Man nehme an (fig. 36.), der Körper d bewege sich im Kreise dfe herum, indem der Mittelpunkt c dieses Kreises in der Peripherie eines andern Kreises um t herumgehet; in einem solchen Falle geschiehet die Bewegung des Körpers d in dem Epicykel dfe.

α) Ephemerides ad meridianum Viennensem.
β) The nautical almanac, and astronomical ephemeris.
γ) Astronomisches Jahrbuch oder Ephemeriden der kön. preußisch. Akad. der Wissenschaften.

Es wurden dergleichen Epicykel bey den vormahligen Erklärungen über den ungleichen Lauf der Planeten angenommen, nachdem man diesen auf keine andere Weise nach der ptolemäischen Weltordnung zu erklären vermochte. Es sey z. B. t unsere Erde im Mittelpunkte des Weltsystems, f die Sonne, welche in einem Kreise um die Erde sich beweget, und d ein oberer Planet, dessen Bahn der Kreis fgh um die Erde ist; so lehren die Beobachtungen, daß ein solcher oberer Planet in seinem Laufe gerade am schnellsten fortgehe, wenn er bey der Sonne gesehen wird, von da aber sich immer langsamer zu bewegen, zuletzt stille zu stehen, und alsdann wieder mit zunehmender Geschwindigkeit zurückzugehen scheine, so daß seine Geschwindigkeit beym Zurückgehen gerade den größten Grad derselben erhalten hat, wenn er der Sonne gegenüber gesehen wird. Alle diese Erscheinungen des obern Planeten konnten unmöglich nach der ptolemäischen Weltordnung erkläret werden, wenn man annahm, daß er sich in der kreisförmigen Bahn fgh selbst bewegte. Denn bey dieser Annahme müßte seine Bewegung aus dem Mittelpunkte t seiner Bewegnng betrachtet offenbar gerade so erfolgen, als wie sie uns erscheinet; er müßte wirklich bald geschwinder, bald langsamer, bald vorwärts, bald rückwärts sich bewegen. Allein hiervon ließe sich alsdann gar keine Ursache angeben, warum eine solche Bewegung wirklich erfolgen müsse, die so genau von dem Stande gegen die Sonne abhing. Um folglich zu erklären, daß diese Bewegung nur scheinbar, nicht wirklich sey, nahmen die alten Astronomen an, daß der Planet durch die auf ihn wirkende Kraft der Sonne in einem Epicykel herumgetrieben würde, dessen Mittelpunkt aber beständig in der wahren kreisförmigen Bahn sich fortbewege. Nachdem nun der Planet in seinem Epicykel und dessen Mittelpunkt in der wahren Bahn des Planeten in einem gewissen Verhältnisse ihrer Umlaufszeiten fortgehet, so lassen sich auch alle diese angeführten Erscheinungen der obern Planeten ungezwungen erklären. Sogar kann man hieraus die Ungleichheiten des Planeten berechnen

rechnen und daher theoretisch beweisen. Und eben hiermit beschäftiget sich vorzüglich das Almagest des Ptolemäus. Da aber auch selbst der Sonnenlauf ungleich ist, so ließ man auch die Sonne in einem Epicykel sich bewegen; jedoch nach Gesetzen, welche nie einen Rückgang verstatteten. Beym Monde hingegen beobachteten schon die alten Astronomen so mannigfaltige und verschiedene Ungleichheiten in seinem Laufe, daß sie zwey Epicykel annehmen mußten. Da aber nachher vorzüglich am Monde noch weit mehrere Ungleichheiten entdecket wurden, welche durch Annehmung mehrerer Epicykel zu erklären gar nicht mehr gehen wollte, so erhielt freylich schon hierdurch das copernicanische System mit den nachher immer mehr entdeckten Berichtigungen und den daher abgeleiteten sehr einfachen Erklärungen über alle diese Erscheinungen einen sehr großen Vorzug für die ptolemäische Weltordnung. Nach dem jetzigen Zustande der Astronomie wird aber wohl keiner mehr mit dergleichen Mitteln sich helfen, da bereits weit einfachere und der Natur angemessenere entdecket sind.

Epoche, Jahrrechnungsgrenze, Aere) epocha f. aera, époque) heißt ein bestimmter Zeitpunkt, von welchem ein gewisses Volk seine Jahre zu zählen anfängt.

An sich ist es willkürlich, die Epoche anzunehmen, wenn man will. Daher haben die Völker ihre Jahrrechnungen gewöhnlich von großen merkwürdigen Begebenheiten an gerechnet. So war die Jahrrechnung der Römer von Erbauung der Stadt Rom hergenommen, und bey der christlichen Jahrrechnung ist das Jahr der Geburt Christi die Epoche. Man pflegt auch unsere Zeitrechnung die christliche, oder gemeine, oder auch die dionysische, vom Dionysius Exiguus, zu nennen.

Um alle diese verschiedenen Jahrrechnungen bequem mit einander zu vergleichen, hat **Joseph Scaliger** in der Chronologie die so genannte **julianische Periode** (m. s. **Periode, julianische**) eingeführet, und diese zum Maßstabe aller übrigen gebrauchet.

In der Astronomie rechnet man die Epoche des mittleren Ortes unter die Elemente der Planetenbahnen (m. s. **Elemente der Bahn**), welches eben so viel bedeutet, als den mittleren heliocentrischen Ort der Planeten für einen gewissen bestimmten Zeitpunkt.

Epsomsalz s. **Bittersalzerde.**

Erdäquator s. **Aequator der Erde.**

Erdaxe (axis terrae, axe de la terre) ist die gerade Linie zwischen den beyden Erdpolen. Ihre Lage bleibt bey der täglichen Umdrehung der Erde ganz unverändert, und heißt daher auch **die Axe der Umdrehung** (axis rotationis) der Erde. Sie steht auf der Ebene des Aequators, folglich auf allen damit parallelen Kreisen senkrecht, und ist aller dieser Kreise gemeinschaftliche Axe (m. s. Axe und **Erdkugel.**)

Erdbeben (terrae motus, tremblement de terre) heißen unterirdische Erschütterungen unserer Erde, welche gewöhnlich ohne Flammen und unterirdisches Feuer bemerket werden, und oft die gewaltsamsten und schrecklichsten Folgen mit sich führen.

Die Wirkung der Erdbeben äußert sich durch dreyerley Bewegungen. Die erste besteht in einer horizontalen wellenförmigen Bewegung, welche bey anhaltendem starken Grade alles auf der Oberfläche der Erde zu Grunde richtet; die andere zeiget sich durch Stöße, wodurch die Erdrinde in die Höhe gehoben wird, dabey oft berstet, oft aber auch ganz oder zum Theil wieder einsinket; die dritte zeiget sich durch gewaltsame Stöße, dadurch die Erdrinde sich öffnet, und wie bey den Vulkanen Flamme empor steiget, und Wasser, Erde, Steine u. d. gl. ausgeschleudert werden.

Es ist unläugbar, daß die Erderschütterungen auf der Oberfläche unserer Erde sehr ausgezeichnete Veränderungen hervorgebracht haben. Durch sie sind ganze Stücke Landes begraben, Inseln auf der Oberfläche des Meeres erhoben, andere versenkt, trockenes Land in Meergrund und umgekehrt Meergrund in trockenes Land verwandelt, Berge und Klip-

pen

pen gespalten, große und blühende Städte zertrümmert und ungeheuere Ueberschwemmungen veranlasset worden, wobey eine unzählige Menge Menschen ihr Leben eingebüßet haben. Von dergleichen Veränderungen und Verwüstungen, welche die Oberfläche unserer Erde durch Erdbeben erlitten hat, findet man schon bey den allerältesten Schriftstellern Erwähnung. Besonders sind in allen denjenigen Ländern, welche Vulkane enthalten, und welche nicht weit von Meeren liegen, die Erdbeben häufig gewesen. So glaubte man schon bey den Alten, daß Sicilien von dem festen Lande durch ein Erdbeben abgesondert worden sey. Nach der Erzählung des Seneca [α]) wurden auch die Städte Herculanum und Pompeji durch ein Erdbeben fast gänzlich zu Grunde gerichtet, und sechszehn Jahr darauf durch einen Ausbruch des Vesuvs unter vulkanische Asche begraben. In Sicilien pflegt man in einem Jahrhunderte ungefähr acht allgemeine Erdbeben und neun Ausbrüche des Aetna zu haben, wie denn auch nach einem chronologischen Verzeichnisse, welches Hr. **Lichtenberg** [β]) mittheilet, sind seit dem Jahre 1169 daselbst fast eben so viele Erdbeben, als Ausbrüche des Aetna gewesen. In denjenigen Ländern, welche keine Vulkane haben, sind die wärmern dem Erdbeben mehrentheils stärker ausgesetzet, als die kältern. So sind die Erdbeben in Ungarn ziemlich gewöhnlich, in Pohlen aber selten. Deutliche Spuren von Vulkanen und vulkanischen Produkten zeigen die liparischen und äolischen Inseln, welche den Berichten der Alten gemäß durch Erdbeben aus dem Meergrunde sind erhoben worden. Auch sind oft die Ausbrüche der Vulkane mit Erdbeben verbunden, welche nachher beym gänzlichen Ausbruche gemeiniglich aufhören, und dieß beweiset beynahe mit Gewißheit, daß die Erdbeben gewöhnlich von eben denselben Ursachen abhangen, welche die Ausbrüche der Vulkane bewirken. Jedoch scheinen aber nicht alle Erdbeben dieselben Ursachen zu haben, indem sich viele von ihnen durch die Bleyfarbe des Himmels

 und

α) Quaest. natur. VI. 1.

β) Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. II. St. 2. S. 169.

und durch besondere Wolken, so wie die Gewitter, anzukündigen, und scheinen daher auch auf eine ähnliche Art wie diese zu entstehen.

Die schrecklichsten Erdbeben in den neuern Zeiten sind die von den Jahren 1746. 1755. 1774 und 1783 gewesen. Das erstere zerstörte Callao und die Stadt Lima, welche schon seit dem funfzehnten Jahrhunderte verschiedenen Anfällen von Erdbeben ausgesetzet war. Dabey wurden 23 Schiffe vom Meere verschlungen, und vier andere, welche auch im Hafen Callao lagen, fast eine Meile weit aufs Land geworfen. Alle diese Verwüstungen erfolgten in einem Zeitraume von drey Minuten. Das zweyte Erdbeben verwüstete **Lissabon**, wobey man zugleich in Lissabon an verschiedenen Orten Flammen aus der geborstenen Erde hervorbrechen sah. Dieses schreckliche Erdbeben hat man zu gleicher Zeit auf einem sehr großen Theile der Erdfläche von Grönland bis Afrika verspüret. In Deutschland, der Schweiz, Norwegen, Schweden und verschiedenen andern Orten, wurde es zwar nur an der ungewöhnlichen Bewegung des Wassers bemerket; allein verschiedene Orte in Frankreich, fast ganz Spanien, Marocco, Fez u. s. w. erhielten starke erschütternde Stöße. Selbst in Amerika wurden Erschütterungen wahrgenommen. Hierbey wurde zugleich das Meer auf eine gewaltsame Weise erhoben, und dadurch fast eine allgemeine Ueberschwemmung der westlichen Küsten unseres festen Landes bewirket *). Das dritte Erdbeben zerstörte **Guatimala**, und das vierte verwüstete ganz Calabrien und Messina: hierbey sanken die Berge ein, und erzeugten sich in Ebenen neue Berge und Thäler u. d. g. β).

Bey dem Erdbeben wird gewöhnlich ein besonderes Getöse und Rollen unter der Erde wahrgenommen. Auch will man bemerket haben, daß vorzüglich auf nasse Jahre Erdbeben

*) *Sam. Christ. Hollmann* de terrae motibus, in primis nupero Vlyssiponensi in syllog. commentat. p. I.

β) Hamilton Nachricht von dem letzten Erdbeben in Calabrien und Sicilien aus dem Englischen übersetzt von G. F. Wehrs. Hannover. 4. aus den Philos. transact. Vol. LXXIII. P. I.

ben erfolgen, daß vor dem Ausbruche Feuerkugeln, fliegende Drachen, Sternschnuppen und dergleichen feurige Lufterscheinungen vorhergehen. Selbst geben die Thiere eine halbe Stunde und länger vorher Zeichen der Furcht: die Pferde wihern und reissen sich aus dem Stalle los, die Hunde heulen, die Vögel fliegen unruhig hin und her, die Mäuse kriechen aus ihren Löchern. Die Brunnen- und Quellwasser werden oft vorher trübe, oder es fährt zuweilen ein feiner Dunst aus der Erde, welcher denen, die im Freyen gehen, die Füße verhüllt, wobey sie die Empfindung haben, als ob sie Jemand fest hielt. Fast alle Mahl sind die Erdbeben mit den heftigsten Bewegungen des Meeres vergesellschaftet, welches abwechselnd zurücktritt und sich wieder erhebet, in den Häfen stoßen die Schiffe an einander, und selbst in der offenen See nimmt man Erschütterungen wahr.

Die Erschütterungen und Stöße der Erdbeben dauern gewöhnlich nur einige Sekunden, oft aber auch viele Minuten; sie kommen aber nicht selten nach einiger Zeit wieder, und zuweilen wird die Erde erst nach einigen Monathen oder nach ein Paar Jahren wieder ganz ruhig. Gewöhnlich nehmen die Erdbeben nur einen Strich, und schränken sich sehr ein, so daß z. B. in einer etwas großen Stadt der eine Theil dergleichen nur empfindet, der andere Theil hingegen entweder gar nicht, oder doch viel schwächer. Zuweilen aber erstrecken sie sich auf eine erstaunende Weite, und in diesem Falle pflanzen sie sich gewöhnlich mit einer sehr großen Geschwindigkeit fort. Zuweilen thun die Erdbeben keinen Schaden, zuweilen aber sind sie äußerst verheerend und erschrecklich. Die Thürme und Schornsteine sind vorzüglich diejenigen Theile an den Gebäuden, welche zuerst einzustürzen pflegen. Ueberhaupt sind hohe und schwere Gebäude bey Erdbeben am gefährlichsten, weil sie oft so plötzlich einfallen, daß keine Zeit zum Retten übrig ist. Oft pflegen auch durch Erdbeben Seen, Bäche und Quellen ganz zu vertrocknen, und hingegen andere Quellen an Oertern zum Vorschein zu kommen, wo vorher keine waren. Auch pflegt sich die Witterung sogar

bey

bey starken Erdbeben merklich zu ändern, und einige Jahre hindurch nachher in gewissen Stücken ungewöhnlich zu seyn.

Ueber das Entstehen der Erdbeben haben die Physiker von jeher verschiedene Meinungen gehabt. Da die Erdbeben unläugbar einen so großen Zusammmenhang mit den Vulkanen beweisen, so haben auch die mehresten Naturforscher die Entstehung derselben aus einem unterirdischen Feuer hergeleitet. Von diesem unterirdischen Feuer aber hat man sich verschiedene Vorstellungen gemacht. Die ältern Naturforscher glaubten, daß in dem Innersten der Erde ein beständiges Feuer brenne, welches sie Centralfeuer nannten (m. s. **Centralfeuer**) und welches durch seinen Ausbruch Vulkane und Erdbeben bewirke. Da man aber mit dieser Vorstellung nicht auskommen konnte, so gedachte man sich das unterirdische Feuer näher an die Oberfläche der Erde versetzet, welches durch Entzündung der Schwefelkiese und anderer brennbaren Materien entstanden sey, und nahm dabey an, daß sich Dämpfe entwickelten, welche mit Hülfe unterirdischer Winde die Erdbeben verursachen. Andere Naturforscher suchen diese Erscheinungen von der Wirkung der Elektricität abzuleiten. Unter diesen letztern gehöret vorzüglich Dr. **William Stukeley** [*]). Zu der Vermuthung, daß die Erdbeben eine bloße Wirkung der Elektricität wären, gaben ihm die Erdbeben zu London, am 8. Febr. und 8. März 1749, und ein anders am 30. Septemb. 1750, welches sich in verschiedenen andern Gegenden von England verspüren ließ, Gelegenheit. Er sucht zuerst die Meinung derjenigen Naturforscher zu widerlegen, welche das Erheben des Erdbodens beym Erdbeben von unterirdischen Winden, Feuer, Dünsten, oder sonst etwas, was eine Explosion verursachet, ableiten, und sagt, daß es noch gar nicht erwiesen sey, daß die Erde inwendig aus lauter Klüften und Höhlungen bestehe;

[*]) Letter to Martin Folkes on the causes of Earthquakes in den Phil. transact. Vol. XLVI. n. 497. the philosophy of Earthquakes natural and religious, or Enquiry into their cause and their purpose. Lond. 1750. 8.

stehe; sondern, daß man vielmehr allen Grund habe zu vermuthen, daß dieselbe großentheils dicht sey, so daß sie wenig Raum zu innern Veränderungen und Gährungen innerhalb ihrer Substanz übrig lasse; wie man denn auch, wenn sich die Kohlengruben entzünden, nichts, das einem Erdbeben ähnlich wäre, bemerke. Bey dem letztern Erdbeben zu London habe man weder Feuer, Dampf, Rauch, Geruch, noch einen Ausbruch von irgend einer Art bemerket, obgleich die Erschütterung sich auf 30 Meilen im Durchmesser erstrecket habe. Wären Dämpfe und unterirdische Gährungen, Explosionen und Ausbrüche die Ursache der Erdbeben, so müßte dadurch nothwendig das System der Quellen und Brunnen zerstöret werden, dergleichen man doch in der That nicht bemerket habe. Außerdem lehre die Theorie der Minen, daß eine 30 Meilen weit reichende Erschütterung eine 15 bis 20 Meilen tief wirkende Kraft erfordere, und nach eben dieser Theorie müsse das Erdbeben, welches in Kleinasien im 17. Jahre nach Christi Geburt 13 große Städte in einer Nacht verwüstet habe, aus einer Tiefe von 200 Meilen herauf und mit einer Kraft gewirket haben, welche durch Dämpfe gar nicht hervorgebracht werden könnte. Allein man sieht wohl, daß sich die Theorie der Minen auf die Erdbeben gar nicht anwenden lasse. Es ist schon aus der Natur der Sache zu schließen, und auch selbst aus neuern Erfahrungen genugsam bekannt, daß die unterirdischen Höhlen gar nicht das Regelmäßige besitzen, was bey den Minen Statt findet.

Nachher bemühet er sich zu zeigen, daß das Erdbeben nichts weiter als eine elektrische Erschütterung sey; denn die vorhergegangene Witterung und Fruchtbarkeit, nebst den Nordlichtern, Sternschnuppen, Feuerkugeln und andern feurigen Materien beweisen, daß zur Zeit der londner Erdbeben die Atmosphäre vorzüglich elektrisch gewesen sey. Habe sich nun dieser Atmosphäre eine unelektrische Wolke genähert, wodurch eine Entladung der höchst elektrischen Erde erfolget

sey

sey, so müsse nothwendig daraus eine starke Erschütterung der Erdfläche entstanden seyn.

Auch Dom **Andreas Bina** [α]) hat die Erdbeben aus der Wirkung der Elektricität herzuleiten gesuchet. Er bemühet sich, diese Erscheinung durch die Erschütterung des leidenschen Versuches begreiflich zu machen; er sagt nämlich, Wasserbehältnisse, welche sich in der Erde befinden, können die Stelle der Flasche vertreten, die Gänge oder Klüfte, welche durch die Erde gehen, hingegen die eisernen Drähte, und es werde die Erde über diesen Klüften und Gängen eben das empfinden, was der Mensch bey der Entladung der Flasche fühlet. Uebrigens meinet er, daß diese unterirdischen Wasserbehälter mit Schwefel und Pech umzogen wären.

D. **Hales** [β]) führt bloß an, daß die schwächern Erschütterungen, welche nicht durch nahe Vulkane verursachet werden, als Wirkungen der Entzündung aufsteigender Schwefeldämpfe durch das Blitzen einer schwefeligen Wolke zu erklären.

Von **Beccaria** [γ]) werden die Erdbeben von der Wirkung der Elektricität also abgeleitet: es könne nämlich das Gleichgewicht der elektrischen Materie auf irgend eine Art in dem Innersten der Erde aufgehoben werden, so daß dasselbe am besten dadurch wieder hergestellet werde, wenn das Fluidum die Erde zerberste, und seinen Weg in die Luft nehme, und noch eine weite Strecke durch die Atmosphäre hindurchgehe, wodurch nothwendig die Erde in eine heftige Erschütterung versetzet werden müsse. Verschiedene Umstände, womit Erdbeben begleitet zu seyn pflegen, sucht er zu dieser seiner Meinung zu benutzen; man habe nämlich bey den Ausbrüchen der Vulkane und vorzüglich des Vesuvs öfters Lichtflammen gleich den Blitzen zu eben der Zeit, da Asche und andere leichte Materie aus denselben in die Luft geführet

α) Ragionamente sopra la cagione de' terremoti etc. in Perugia 1751. 4.

β) Some considerations on the causes of Earthquakes in den Philos. transact. Vol. LXVI. n. 497.

γ) Lettere dell' elettricismo. Bologna 1758. 4.

führet worden, herausfahren gesehen; eben dieß habe man auch bey den Erdbeben beobachtet, und außerdem ein rumpelndes Getöse gleich einem Donner gehöret. Der vorzüglichste Umstand beym Erdbeben aber, welcher offenbar die Identität mit dem elektrischen Schlage beweise, sey die erstaunliche Geschwindigkeit, womit die Erde bey den Erdbeben erschüttert wird. Ein Erdbeben sey kein allmähliges Heben, wie man etwa von anderweitigen Ursachen hätte erwarten können, sondern eine augenblickliche Erschütterung, so daß selbst die Flüssigkeit des Wassers vor dem Stoß nicht gesichert ist. Man fühle dieß auf wirklichen Schiffen viele Meilen von den Küsten ab, als ob dieselben an eine Klippe stießen. Hierbey führt er zugleich noch einige Versuche an, um diese seine Meinung noch mehr zu bestätigen: wenn man nämlich zwey Stücken Glas, worein ein dünnes Stück Metall eingeschlossen ist, in der Hand hält, so fühle man, wenn eine elektrische Entladung durch dieselben hindurchgehet, eine heftige Erschütterung oder zitternde Bewegung.

Diesen Versuch hat man in der Folge dem Erdbeben noch ähnlicher zu machen gesuchet. Herr **Cavallo** *) legt die Enden zweyer Drähte auf ein Glas, so daß beyde in einer geraden Linie liegen, und etwa einen Zoll weit von einander entfernet sind; hierauf legt er zwischen beyde Drähte auf das Glas ein starkes Stück Elfenbein mit einem Gewichte beschweret, und läßt durch die Drähte zwischen dem Glase und Elfenbeine den Schlag einer geladenen Batterie hindurchgehen. Auf diese Art wird das Glas durch den Schlag mehrentheils zerbrochen. Das auf dem Glase liegende Gewichte wird allezeit durch den Schlag erschüttert, und bisweilen ganz von dem Elfenbein herabgeworfen. Obgleich Herr **Cavallo** den Gedanken, die Erdbeben aus der Wirkung der Elektricität herzuleiten, nur als Muthmaßung zulassen will, welches gelegentlich weiter zu untersuchen wäre, so führet er doch dabey an, daß man sie indessen als die wahr-

*) Vollständige Abhandlung der Lehre der Elektricität. Leipz. 1797. 8. B. I. S. 67. 224.

wahrscheinlichste Erklärung dieser so bewundernswürdigen Naturbegebenheit ansehen könne.

Vorzüglich hat man in Frankreich die Erdbeben als eine elektrische Wirkung mit vieler Zuverlässigkeit erklären wollen. Zwar gibt es einige, welche bey dem Erdbeben die Mitwirkung des unterirdischen Feuers und der Dämpfe nicht ausschließen; allein den Ursprung der Entzündung leiten sie doch von der elektrischen Materie her, welche sich im Innern der Erde thätig erweisen soll. Auf diese Hypothese hat sogar **Bertholon St. Lazare** [α]) einen Vorschlag gegründet, um ganze Gegenden gegen die Wirkungen der Erdbeben zu schützen, so wie durch die Blitzableiter die Gebäude. Sein Vorschlag geht nämlich dahin, zu dieser Absicht lange eiserne Stangen so tief, als es nur thunlich ist, in die Erde einzugraben, deren beyde Enden, so wohl das eingegrabene als auch das in die Luft hervorragende mit einer Krone von verschiedenen Spitzen versehen seyn sollen. Das untere Ende dieser Stangen soll sich in mehrere lange Aeste zertheilen, um dadurch eine beständige leitende Verbindung und ein beständiges Gleichgewicht der elektrischen Materie zwischen der Atmosphäre und dem Innern der Erde zu erhalten, oder, wenn ja eine Störung des Gleichgewichtes Statt finden sollte, dadurch wenigstens einen unschädlichen Uebergang der elektrischen Materie zu verschaffen. Auch hat Herr **Wiedeburg** [β]) diese Vorschläge wiederhohlet, und selbst die Errichtung von Pyramiden als einen Schutz gegen die Erdbeben vorgeschlagen. Gesetzt nun auch, die Erdbeben wären wirklich als Wirkungen der Elektricität zu betrachten, könnte wohl eine solche Menge elektrischer Materie, welche durch die Erdbeben oft solche erschreckliche Verwüstungen anrichtet, durch dergleichen schlechte Mittel, ohne weitern Schaden zu thun, abgeführet werden? Da man überhaupt nicht weiß, ob die elektrische Materie wirklich vorhanden, und vielleicht durch Mittel alsdann abgeführet werden könnte, oder ob sie mit weit

α) *Rozier* journal de physique. Août, 1779.
β) Ueber die Erdbeben. Jena, 1784. 8.

weit größerer Wahrscheinlichkeit jeder Zeit erst als ein neues Produkt gebildet werde, so würden in diesem letztern Falle alle diese Vorschläge eben so wenig den erwünschten Erfolg haben können, als man sonst bey den Spitzen der Blitzableiter vermuthete. Allein es ist bey weitem noch nicht mit Gewißheit erwiesen, daß die Erdbeben allein Wirkungen der Elektricität seyn sollten.

De la Metherie *) ist der Meinung, daß die Erdbeben von unterirdischen Feuern und von eben denselben Ursachen abhangen, welche die Ausbrüche der Vulkane bewirken. Denn, er sagt, wenn Wasser in die unterirdischen Behälter kömmt, so wird es in Dünste verwandelt werden, zugleich wird sich viel Luft daraus entbinden, und diese feinen Flüssigkeiten werden in die Spalten eindringen, sich in denselben ausbreiten und so in einem größern oder kleinern Stücke Landes eine Erschütterung zu Wege bringen. Bey allen heftigen Erdbeben sehe man Flammen an Orten, wo man so etwas nicht ahnete, aus der Erde hervorbrechen. Es stellen sich zwar Erdbeben auch an Orten ein, wo man nichts weniger als unterirdische Feuer vermuthen sollte, welche Erscheinung in der That höchst merkwürdig sey, wie z. B. in der Schweiz und derselben Nachbarschaft, in den Pyrenäen, in Gascogne, in der Gegend von Bourdeaux, in dem Jura, in der Gegend um Dijon, in der Pfalz, in den Niederlanden u. s. f.; so sey es doch möglich, daß hier solche Feuer seyn, welche ganz still, und ohne einige Bewegung zu verursachen, brennen, und die vielleicht durch einige Ueberbleibsel von jenen brennbaren Materien unterhalten werden, welche den feuerspeienden Bergen, die sonst im Breisgau, an den Ufern des Rheins u. s. waren, Nahrung darreichten, und sie eine Zeitlang in Wirksamkeit erhielten. Mehrere Provinzen von China seyn Erdbeben ausgesetzet gewesen, ob man gleich nichts

*) Theorie der Erde aus dem Franz. übers. und mit Anmerk. vermehret von Dr. Eschenbach. II Theile. Leipz. 1797. 8. Th. II. S. 368 u. f.

nichts von Vulkanen in diesen Ländern wisse. Selbst breiteten sich auch die Erdbeben bis an Orte aus, an welchen man zu der Zeit, da man die Wirkungen entfernter Erschütterungen verspüre, keine unterirdischen Feuer zu vermuthen Grund habe; denn wenn an diesen Orten ebenfalls solche Feuer zugegen wären, so würde die Bewegung sich in demselben Augenblick äußern. Man müsse also annehmen, daß eine solche Bewegung sehr entlegenen Orten mitgetheilet werde, und es lasse sich dieser Erfolg auf eine leichte Art erklären, wenn man auf die Höhlen und Spalten, die sich in den Gebirgen finden, Rücksicht nehme. Das in Dunst aufgelösete Wasser und die verschiedenen elastischen Flüssigkeiten, welche sich aus den unter der Erde brennenden Substanzen entbinden, dringen mit Gewalt in die Spalten ein und wirken gerade so, wie ein heftiger Wind; sie verursachen zugleich ein starkes Getöse, und setzen alles, was ihrem freyen Laufe hinderlich ist, in Bewegung; der Stoß wird also da, wo der Spalt enger ist, stärker seyn, und sich mehr äußern, als an den Orten, wo er weit ist. Daraus läßt sich erklären, warum alle Orte, welche in der geraden Richtung des Stoßes oder über derselben liegen, nicht auf gleiche Art erschüttert werden. Der Stoß werde übrigens um so mehr an Heftigkeit abnehmen, je mehr er sich von dem eigentlichen Feuerheerde entferne, weil sich die Dünste, so wie sie durch diese kalten Gegenden gehen, verdichten werden. Auch könnten die Dünste, noch in einer gewissen Entfernung vom unterirdischen Feuer, brennen, wenn sie nicht Zeit genug gehabt hätten, um sich abzukühlen, und sie werden daher, so bald sie mit der freyen Luft in Berührung kommen, in Flammen ausbrechen.

Aus allen diesen Thatsachen könnten wir nun folgende wichtige Schlüsse ziehen: 1. es gibt viele unterirdische Feuer, die uns ganz unbekannt sind, und die gewöhnlicher Weise ganz ruhig brennen; wenn aber durch örtliche Umstände Gelegenheit gegeben wird, daß Wasser zu diesen Feuern gelangt, so wird diese Flüssigkeit in Dünste verwandelt werden und dann mehr oder weniger heftige Stöße und Erschütterungen

zu Wege bringen; 2. es gibt viele Spalten und Höhlen unter der Erde, welche sich ungemein weit erstrecken. Dergleichen Spalten kommen nur in Gebirgen der zweyten Art vor (m. s. Berge), und wirklich pflanzen sich die Erdbeben auch immer nur durch diese Gebirgslagen fort, und das Erdbeben zu Lissabon, das sich so außerordentlich weit erstreckte, beweiset, daß solche Spalten sehr weit und selbst unter dem Meere fortgehen. Auch habe man noch keine Beobachtungen gemacht, welche beweisen könnten, daß Erdbeben in ursprünglichen Gebirgen Statt gehabt hätten; indessen könnten diese Gebirge durch die Erschütterungen, welchen die an dieselben angrenzenden Gebirge von der andern Art ausgesetzet gewesen sind, allerdings so beweget worden seyn, daß man Stöße in denselben bemerket habe. Bey der Zerstörung Calabriens blieben die Städte, die auf Granit erbauet waren, unversehrt stehen, indeß diejenigen, welche auf oder dicht an Steinlagen von der zweyten Art standen, umfielen und zertrümmert wurden. Es bestehe also eine Wirkung solcher Erdbeben darin, daß die Erdschichten, in welchen sich dieselben äußern, ihre Lage verändern und oft ganz umgekehret werden.

Zuletzt bemerket er noch, daß freylich so viel gewiß sey, daß wir die Kräfte dieser unterirdischen Dünste nicht ganz genau zu schätzen im Stande wären.

Es ist nicht zu verkennen, daß die Elektricität eine mitwirkende Ursache der Erdbeben sey, allein sie für die alleinige und Hauptursache anzunehmen, ist gewiß zu weit gegangen. Sie sind zu genau mit den Vulkanen und überhaupt mit einem Boden verbunden, worin Höhlen, Klüfte, brennbare Materialien und unterirdische Entzündungen und Erhitzungen sich befinden, als daß man mit **de la Metherie** die Wirkungen derselben nicht als Wirkungen unterirdischer Feuer halten sollte. Wie erstaunenswürdig Dämpfe im eingeschlossenen Raume wirken, ist schon unter dem Artickel **Dämpfe** hinlänglich gezeiget worden, und es sind gewiß diese mit den daraus folgenden Umständen hinreichend, die

schreckliche Erscheinung der Erdbeben gehörig und richtig zu erklären. M. s. **Vulkane**.

M. s. **Torb. Bergmann** physikalische Beschreibung der Erdkugel, aus dem Schwed. übers. von **Röhl**. Greifsw. 1780. 2. Band. §. 150 u. f. **Priestley** Geschichte der Elektricität durch **Krünitz**. S. 240 u. f.

Erdbebenmesser ist eine Vorrichtung, die Stärke der Erdbeben dadurch zu bestimmen. Der Mechanikus **Salsano** in Neapel hat einen solchen Erdbebenmesser angegeben, welchen Herr **Lichtenberg** *) beschrieben hat. Es bestehet dieser aus einem Pendel mit einem Gewichte von 36 Pfund, welches am untern zugespitzten Ende einen feinen Pinsel mit flüssiger Farbe besitzet. Dieser zeichnet die Richtung der Größe der Erdbeben auf ein über einer Boussole liegendes Papier. Am Pendel ist eine Querstange mit Knöppeln angebracht, welche bey der Bewegung derselben an eine Glocke anschlagen, um den Beobachter aufmerksam zu machen.

Erdbeschreibung s. **Geographie**.

Erdbrand, isländischer s. **Vulkane**.

Erde s. **Erdkugel**.

Erden (terrae, terres) heißen unentzündliche, feuerbeständige Körper, welche sich ohne Zwischenmittel in 200 Theilen Wasser nicht auflösen lassen. **Einfache Erden** (terrae primitiuae s. simplices) nennt man diejenigen, welche durch die chemische Kunst in keine andern ungleichartigen Bestandtheile zerleget werden können. Die neuere Chymie rechnet die einfachen Erden zu den unzerlegten Körpern. Man kennt gegenwärtig davon folgende Arten: 1. die **Kieselerde**, 2. die **Kalkerde**, 3. die **Talkerde**, 4. die **Thonerde**, 5. die **Schwererde**, 6. die **Strontionerde**, 7. die **Zirkonerde**. Zu diesen einfachen Erden hat man auch noch vor kurzem die beyden Arten, **Australerde** und **Diamantspatherde** gerechnet, welche

*) Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. II. St. 2. S. 68.

welche auch von mir noch im ersten Theile dieses Wörterbuchs als einfache Erden sind aufgenommen worden. Allein Herr **Klaproth** hat nunmehr die Australerde zerlegt, und die **Diamantspatherde** als ein Irrthum wieder zurückgenommen. Viele von diesen Erden verbinden sich mit den Säuren auf eine ähnliche Weise, wie die Alkalien, verlieren aber dadurch ihre Eigenschaften als Säuren auf andere Körper zu wirken. Sie heißen aus diesem Grunde auch **alkalische** oder **absorbirende Erden.** Von allen diesen Erden wird in besondern Artikeln dieses Wörterbuchs geredet werden.

Erdferne (apogaeum, apogée) heißt derjenige Punkt in der Bahn eines um unsere Erde laufenden Gestirnes, welcher von der Erde am weitesten entfernet ist.

Nach der ptolemäischen Weltordnung konnte man nur alsdann eine Erdferne so wohl der Planeten als auch der Sonne annehmen, wenn die Kreisbahnen dieser Weltkörper um die Erde so beschaffen sind, daß in ihrem Mittelpunkte die Erde nicht ganz genau befindlich war; denn außerdem würden alle Punkte der Bahn eines jeden von diesen Weltkörpern von der Erde gleich weit entfernet gewesen seyn, und daher auch keine Erdferne haben Statt finden können. Nach dem copernikanischen System hingegen ist der Mond der einzige Weltkörper, welcher in einer elliptischen Bahn um die Erde läuft, in dessen einem Brennpunkte die Erde liegt, und es kann daher auch nur die Erdferne des Mondes in Betrachtung gezogen werden.

Wenn der Mond im Vollmond und zugleich in der Erdferne ist, so hat man den scheinbaren Durchmesser desselben 33′ 34″ gefunden. Uebrigens bleiben die Erdferne und der derselben gerade entgegengesetzte Punkt der Mondsbahn oder die Erdnähe nicht in einerley Stelle, sondern sie rücken bald vorwärts bald rückwärts; vorwärts nämlich, wenn der Mond im Neumond oder Vollmond mit der Erdferne und Erdnähe in gerader Linie ist, und rückwärts, wenn der Mond selbige in Viertheilen trifft. Das mittlere Fortrücken der Erdferne

beträgt täglich 6′ 41″, also jährlich 40° 49′ 52″, und macht folglich in 8 Jahren, 309 Tagen, 8 Stunden, 37 Minuten, 30 Sekunden einen ganzen Umlauf. In der Erdferne ist der Mond von uns 63,62 Erdhalbmesser entfernet.

Erdfälle s. Höhlen.

Erdgürtel s. Erdstriche.

Erdharze (bitumina, bitumes) sind entzündliche mineralische Körper, welche durch die Destillation flüssige Oele geben. Es gibt von diesen folgende Arten: 1. das Steinöl, 2. Bergnaphtha, 3. Erdpech, 4. bituminöses Holz, 5. Steinkohle und 7. Bernstein.

Das **Steinöl, Erdöl, Bergöl** (oleum, petroleum) ist von Farbe braunroth oder schwärzlich braun, läßt sich entzünden, wenn es vorher erwärmt ist und brennt mit einer starken Flamme, wobey es vielen Rauch hat und Ruß absetzet. Im Wasser und Weingeiste löset es sich nicht auf, durchs Destilliren aber gewinnt man daraus zuerst ein feineres, dann aber ein brennzliches braunes und säuerlich schmeckendes Oel. Die Bestandtheile desselben sind noch nicht genugsam bekannt.

Bergnaphtha, Bergbalsam (Naphtha) ist sehr flüchtig und läßt sich mit Wasser ganz wie ein Oel überdestilliren. Ihr Geruch ist stark, durchdringend, und ihre Farbe weißgelblich. Sie läßt sich schon in der Ferne anbrennen, und brennt mit einer bläulich gelben Flamme mit Rauch und Ruß. Sie löset sich weder im Wasser noch Weingeiste auf, sondern schwimmt auf selbigen wie ein Oel. Beym Verbrennen zeiget sich kohlensaures Gas, sonst sind aber ihre wahren Bestandtheile noch nicht entdecket worden.

Bergtheer (maltha, cedria terrestris) hat fast alle Eigenschaften wie das Bergöl, ist nur etwas zäher und klebriger und schwarzbrauner als dieses. Es schwimmt auf dem Wasser und hat einen starken Geruch und Geschmack. Es scheint überhaupt aus den nämlichen Bestandtheilen zusammengesetzet zu seyn, wie das Steinöl.

Erd-

Erdpech, Judenpech (asphaltum) ist ein sprödes und festes Erdharz, und daher leicht zerbrechlich. Wenn es gerieben oder erhitzt wird, hat es einen starken Geruch; über dem Feuer schmelzet es, blähet sich auf und brennt mit einer starken rußigen Flamme. Die Bestandtheile sind ebenfalls noch nicht genugsam untersuchet.

Bituminöses Holz, Torf (spissaxylon) ist eigentlich ein wahres Holz, dessen Harz entweder in Erdharz nach und nach verwandelt, oder welches mit solchem Harze durchdrungen ist.

Steinkohle (lithantrax, carbo fossilis). Hiervon gibt es verschiedene Arten: **Pechkohle, Schieferkohle, Grobkohle, Blätterkohle** und **Glanzkohle**, welche sich von einander durch Glanz, Dichtigkeit und Bruch unterscheiden. Die reinen Steinkohlen haben eine schwärzliche Farbe und verbrennen mit einer rußigen Flamme unter einem unangenehmen Geruch. Durch trockenes Destilliren erhält man kohlensaures Gas, ammoniakalisch schmeckende Flüssigkeit und ein dünnes helleres Oel. Ihre Bestandtheile sind daher Kohlenstoff, Wasserstoff, Ammoniak, Eisen und Erde. Im Wasser und Weingeiste lösen sie sich nicht auf.

Bernstein (succinum, electrum, ambra flaua) von Farbe gelbglänzend, besitzt eine mäßige Härte und Durchsichtigkeit, der Bruch ist vollkommen muschlich; außerdem läßt er sich leicht zerstoßen. Er enthält oftmahls Theile von Pflanzen und kleine Insekten, welches wahrscheinlich macht, daß er ein Produkt des Pflanzenreichs ist. Wenn er gerieben, erhitzt und verbrennt wird, so zeiget er einen sehr angenehmen Geruch und brennt mit einer geblich blau und grün vermischten Flamme, die einen starken dicken Rauch absetzet. Im Wasser löset er sich nicht auf, im Weingeiste aber nur sehr schwach, woher die **Bernsteintinktur** entstehet. Die Bestandtheile des Bernsteins sind Wasserstoff, Kohlensäure und eine eigene Säure, welche **Bernsteinsäure** genannt wird (m. s. **Bernsteinsäure**). Benimmt

man dem Bernstein einen Theil der Säure durchs Rösten, so löset er sich in ätherischen Oelen auf.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chymie. Th. III. Halle 1795. 8. S. 1. §. 2045 u. f. dessen Grundriß der Chemie. Th. II. Halle 1797. 8. S. 109. §. 1105 u. f.

Erdkugel, Erde (terra, globus terraqueus, terre) ist der Planet, welchen wir bewohnen, und dessen genauere Betrachtung uns äußerst merkwürdig werden muß, indem theils von ihrer Gestalt, Größe, Bewegung u. f. so viele Erscheinungen abhangen, und theils ihre physische Kenntniß so viele Aufschlüsse über die Natur der unendlichen Menge von Körpern liefert. Man kann die Erde in dreyerley Rücksichten betrachten, nämlich in Rücksicht auf ihre Größe, Gestalt, ihre Oberfläche, und überhaupt in welchem Verhältnisse sie mit den übrigen Himmelskörpern, die zum Sonnensystem gehören, stehet; oder in Rücksicht ihrer innern Beschaffenheit, oder in Rücksicht politischer Verhältnisse der Theile auf der Oberfläche der Erde gegen einander; daher theilet man auch die Erdbeschreibung in die mathematische physische und politische ab. Es wird hier von beyden erstern gehandelt werden.

Wenn man irgend wo auf der Oberfläche der Erde sich befindet, wo man allenthalben hin eine freye Aussicht hat, so wird es uns scheinen, als wenn wir in dem Mittelpunkte eines Kreises uns befänden, dessen Ebene, der **Gesichtskreis** oder **Horizont**, an der äußersten Grenze derselben, an dem scheinbaren blauen Himmelsgewölbe anschließt. Bey dieser Erscheinung blieben sehr viele von den Alten stehen, und stellten sich daher die Erde als eine platte runde Scheibe vor. Noch andere wurden durch Begriffe vom Schwimmen der Erde verführet, sich andere Gestalten von der Erde vorzustellen. Alle diese Vorstellungen von der Gestalt der Erde hat **Riccioli** *) aus den Schriften der Alten zusammen gesammelt. So lehreten die Chaldäer, daß die Erde einem Schifferboote

*) Almagestum nouum. Tom. I. l. 2. cap. 1.

serboote ähnlich sey, andere, sie habe die Gestalt eines Würfels, einer Pyramide u. s. f. **Leucipp** betrachtete sie als eine Walze und **Demokrit** als eine Schüssel. Allein es konnten diese Meinungen von der Gestalt der Erde von keiner langen Dauer seyn. Wenn man nur aus einer weit ausgebreiteten Oberfläche der Erde entfernte hohe Gegenstände, als Berge, Thürme u. d. g. betrachtet, so wird man die Spitzen derselben eher als ihre untern Theile wahrnehmen. Je näher man aber denselben kömmt, desto mehr scheinen sie sich über den Horizont zu erheben; und umgekehrt, je weiter man sich von ihnen entfernet, desto mehr scheinen sie sich unter den Horizont zu verstecken. Es folget also daraus, daß die Oberfläche der Erde nicht eben, sondern krumm, und diese Krümmung so seyn müsse, daß ihre erhabene Seite oben, die hohle aber unten liege. Es könnte also vielleicht die Erde eine kugelähnliche Gestalt haben. **Thales, Anaximander, Parmenides, Epikurus, Pythagoras** und andere griechische Weltweisen, lehreten auch schon, daß die Erde eine kugelähnliche Gestalt besitze.

Aristoteles *) bemühete sich sogar einen Beweis von der Kugelgestalt der Erde zu geben. Er sagt, weil das Wasser beständig nach der niedrigsten Gegend sich hinbeweget, so kann es auch auf keiner Stelle auf dem Meere niedriger als auf der andern stehen; es müßten also alle Stellen von einem gewissen Mittelpunkte gleich weit entfernet seyn, dieß könne aber bey keinem andern Körper als bey einem kugelförmigen Körper Statt finden. Daß dieser Beweis schon einen Mittelpunkt voraussetzet, welcher eigentlich erst erwiesen werden soll, sieht ein jeder ein.

Den ersten und allgemeinsten Beweis von der Kugelgestalt der Erde, welchen auch wahrscheinlich schon die alten griechischen Weltweisen, und vielleicht noch vor ihnen andere Völker eingesehen haben, geben die Mondfinsternisse. Denn bey diesen geht der Mond durch einen Schatten, bey welchem sich alle Zeit ein Theil von einer runden Scheibe auf

*) De coelo lib. II. cap. 4.

dem Monde zeigt, es mag dieser mitten oder nord- oder südwärts hindurchgehen. Da es aber bey ganz geringer Aufmerksamkeit sehr leicht einzusehen ist, daß dieß der Schatten der Erde sey, welcher der Sonne gegenüber auf den Mond fällt, und nur eine Kugel in allen möglichen Stellungen, eine platte Scheibe, Kegel, Walze und Kugelstück hingegen nur in einem einzigen Stande gegen das Licht einen kreisförmigen Schatten werfen kann, so läßt sich alsdann leicht schließen, daß die Erde eine kugelförmige Gestalt haben müsse. Die Unebenheiten auf der Oberfläche der Erde sind übrigens so geringe gegen den Halbmesser derselben, wie unter dem Artickel **Berge** hinlänglich ist gezeiget worden, daß sie die Kugelgestalt der Erde auf keine Weise verändern können, wie sie sich dieserwegen auch am Rande des Erdschattens im Monde nicht zeigen.

Auch geben die veränderlichen Stellungen der Himmelskörper gegen den Horizont und gegen unseren Scheitel einen eben so deutlichen Beweis für die kugelähnliche Gestalt der Erde ab, wenn wir von einem Orte zum andern hingehen. Wenn nämlich ein Reisender seinen Weg von Norden gegen Süden nimmt, so findet er, daß sich die südwärts stehenden Sterne immer mehr seinem Scheitel nähern, oder höher über den Horizont kommen, und eben dieß nimmt er wahr, wenn er von Süden gerade gegen Norden seinen Weg nimmt. Daß aber diese Erscheinungen allein der runden Gestalt der Erdoberfläche zu zuschreiben sind, und daß nicht etwa der Reisende auf einer ebenen Fläche horizontal bis unter die anfänglich von seinem Scheitel entfernten Sterne hingehe, zeigt die fig. 36. Es sey die angenommene ebene Erdfläche a f und ihre Kugelgestalt a b d; in a erscheine der Stern ſ im Scheitel, und in r stehe ein anderer Stern einige Grade davon. Wenn nun der Reisende auf einer ebenen Erdfläche von a bis f reisen wollte, um den Stern r auch über seinem Scheitel zu haben, so müßte sein Weg eben so groß seyn, als beyde Sterne von einander abstehen, welche Weite, wie die Astronomie lehret, wenigstens einige Millionen Meilen aus-

tragen

tragen könnte, welches aber wider alle Erfahrung streitet; auf einer kugelförmigen Erde hingegen braucht er nur zu gleichem Endzwecke von a bis b fortzugehen, welcher Weg, wenn der Winkel c oder Bogen fr etwa 5 Grade betrüge, nur den 72ten Theil vom Umfange der Erde in einem angenommenen Meilenmaße ausmacht, welches mit der Erfahrung völlig zusammenstimmt.

Auf eben diese Weise ist die Erde rund von Osten gegen Westen, indem die Sonne und alle übrige Himmelskörper allen Bewohnern der Erde nicht zu gleicher Zeit auf- und untergehen, welches doch nothwendig erfolgen müßte, wenn sie alle die Seite einer ebenen Erdfläche bewohnten. Es lehret vielmehr die Erfahrung, daß die Sonne und die übrigen Himmelskörper in den mehr ostwärts liegenden Ländern alle Mahl früher; in den mehr westwärts liegenden aber später auf- und untergehen. Daß diese Erscheinung ganz allein von der Kugelgestalt der Erde herrühre, zeigt die fig. 37. Es geht nämlich die Sonne f für den Ort c auf, für den Ort d unter, in t geht sie für den Ort e auf, und für f unter; in r geht sie für den Ort b auf und für a unter u. s. so wie die Sonne vom Morgen gegen Abend fortzurücken scheinet, und in jedem Augenblicke die halbe Erdkugel auf ein Mahl bescheinet.

Vorzüglich wurde die Kugelgestalt unserer Erde durch die Umschiffung derselben, selbst für diejenige Classe der Menschen, welche den Schein für Wahrheit halten, zur unbezweifelten Gewißheit gebracht. Sie ist nun schon mehr als zwanzig Mahl umseegelt worden, und die Schiffe kamen wieder in den Hafen ihrer Ausfahrt an, ohne auf dieser Reise mit ihren Schiffen umwenden zu dürfen. Der Portugiese, **Fernand Magellan**, war der erste, welcher die Umseegelung der Erde unternahm; er lief mit seiner Flotte den 10. Aug. 1519 von Sevilla aus, entdeckte an der südlichen Spitze von Amerika die lange Meerenge, welche das feste Land von dem sogenannten Feuerlande trennt, und bis jetzt von ihm die **magellanische Straße** genannt wird,

schiffte

schiffte durch dieselbe in die Südsee und nach Asien. Er verlor zwar in der philippinischen Insel Sebu sein Leben, eines seiner Schiffe kam aber durch einen beständig westwärts gerichteten Lauf am 7. September 1522 wieder nach Spanien zurück. Unter den nachfolgenden Umseegelungen der Erde sind vorzüglich merkwürdig die des **Franz Drake**, eines Engländers, vom Ende des Jahres 1577 bis zum 16. Septemb. 1580; des **William Dampier** von 1689 bis 1691; des Lord **Georg Anson** von 1740 bis 1744; des Commodore **Byron** von 1764 bis 1766; der Kapitains **Wallis** und **Carteret** von 1766 bis 1769; des **Bougainville**, eines Franzosen, gleichfalls von 1766 bis 1769; und zuletzt die Seereisen des berühmten Seekapitains, **James Cook**, wovon die erste in den Jahren 1768 bis 1771 mit den Herrn **Banks** und **D. Solander**, die zweyte mit den beyden Herrn **Forster** in den Jahren 1772 bis 1775, und die dritte als eine Entdeckungsreise im Ocean zwischen Amerika und Asien von 1776 bis 1780 gemacht wurde. Auf dieser letztern Seereise verlor zwar dieser Seefahrer auf der Insel O-wai-hi, im nördlichen Theile des Oceans, unglücklicher Weise sein Leben; sein Schiff kam aber doch unter der Führung des Kapitains **King** nach England zurück. Alle diese Seereisen, die beyden letztern ausgenommen, sind ganz in der Richtung von Osten gegen Westen unternommen worden, und beweisen unwidersprechlich, daß die aus Land- und Wasser bestehende Erdoberfläche überall frey und bewohnbar sey, und daß folglich der kugelähnliche Erdkörper nirgends aufliege, sondern frey im unendlichen Weltraume schwebe.

Die physikalische Ursache der angenommenen Kugelgestalt bey der Entstehung unserer Erde ist die Kraft der Schwere, welche aller Materie wesentlich inhäriret. Vermöge dieser Kraft haben alle Theile der Materie unserer Erde ein Bestreben zur Annäherung. Hat nun diese ein Uebergewicht über die der Materie wesentlich zukommende zurückstoßende Kraft, so müssen sich nothwendig diese Theile

einander nähern, und daraus entstehet eine mittlere Richtung nach dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte der Richtungen aller anziehenden Kräfte, nach welcher sie sich mit beschleunigter Bewegung hinbewegen. Daraus folgt also unläugbar, daß die Theile der Materie nicht eher in Ruhe kommen können, als bis auf allen Seiten ein gleichförmiger Druck gegen den gemeinschaftlichen Mittelpunkt Statt findet, oder wenn alle Stellen der äußersten Grenze von diesem Punkte gleich weit entfernet sind. Auf eben diesem Grunde beruht auch die kugelähnliche Gestalt aller übrigen uns bekannten Himmelskörper, wie die Erfahrung uns beweiset. M. s. **Gravitation, Schwere.**

Bey der Voraussetzung, daß die Erde stille stehet, und folglich als eine vollkommene Kugel zu betrachten wäre, müßte die Kraft der Schwere als beschleunigende Kraft an allen Orten auf der Oberfläche der Erde gleich groß seyn, weil sie alsdann alle von dem Mittelpunkte gleich weit entfernet wären. Daher müßten auch alle Richtungslinien der Schwere auf der Oberfläche der Erde oder des stillstehenden Wassers senkrecht stehen, und gehörig verlängert in dem Mittelpunkte der Erde zusammentreffen. Nimmt man im Gegentheil an, wie nach dem copernikanischen System gethan wird, daß sich die Erde um eine eigene Axe täglich umwälzet, so entstehet nothwendig für eine jede Stelle auf der Erde ein Schwung, welcher desto stärker wirken muß, je weiter die Stelle auf der Oberfläche der Erde von den Polen der Axe, um welche sie sich drehet, entfernet ist. Die Richtung der Kraft, welche die Theile auf der Oberfläche der Erde durch den Schwung erhalten, liegt in dem Halbmesser des von diesen Theilen beschriebenen Kreises, indem sich diese von dem Mittelpunkte dieses Kreises zu entfernen streben. Wenn z. B. eine Kugel (fig. 38.) sich um die Axe pq drehet, so wird die Richtung des Schwunges, welchen die Stellen d, f, h u. s. erhalten, nach e, g, i u. s. entstehen. Es muß folglich der Schwung unter dem Aequator am stärksten seyn, und gegen die Pole zu immer geringer

ger werden. Nun ist aber die Kraft des Schwunges unter dem Aequator der Schwere gerade, an den übrigen Stellen der Erde aber, wie z. B. in f, d u. f. der Richtung der Schwere fc, dc u. f. nur zum Theil entgegengesetzet; mithin wird auch ein Theil der Schwere durch die ihr entgegengesetzte Kraft des Schwunges vermindert werden müssen, und zwar wird diese Verminderung der Schwere unter dem Aequator am größten seyn, theils weil die Richtung des Schwunges der Richtung der Schwere gerade entgegengesetzet ist, und theils, weil der tägliche Umschwung daselbst am größten ist; wird aber desto geringer, je weiter die Stellen vom Aequator entfernet sind, und fällt endlich unter den Polen ganz weg, weil daselbst gar kein Umschwung mehr Statt finden kann.

Es mag indessen die Erde eine Gestalt haben, welche sie eigentlich will, so nehme man sie zuförderst als eine Kugel an, auf deren Oberfläche sich folglich größere und kleinere Kreise wie bey jedem Sphäroid gedenken lassen. Auch wird es in der Folge weiter erhellen, daß diese Voraussetzung von der Wahrheit nicht viel abweicht.

Es scheint, als ob unsere Erdkugel im Mittelpunkte der Himmelskugel sich befände, und folglich beyde als zwey concentrische Kugeln zu betrachten wären. Es mag nun dieß immer Schein seyn, so erhalten wir doch hierbey gewisse Vortheile, Kreise und Stellen auf der Erdoberfläche zu bestimmen, welche mit den Kreisen und Stellen der scheinbaren Himmelskugel zusammengehören. In Ansehung der Kreise ergeben sich die größten Kreise auf der Erdfläche, die mit den größten Kreisen der Himmelskugel zusammengehören, wenn ihre Ebene die Erdfläche schneidet. Bey kleinern Kreisen z. B. (fig. 39.) bd kann man bis zum Mittelpunkte c einen senkrechten Kegel errichten, dessen Durchschnitt mit der Erde ki den zusammenstimmenden kleinern Kreis auf dieser letztern gilt. Was die Punkte betrifft, so darf man nur von dem Punkte der Himmelskugel nach dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte c einen Halbmesser ziehen,

hen, welcher auf der Erdfläche den übereinstimmenden Punkt abschneiden wird. So stimmt z. B. der Punkt z des Himmels mit dem Orte a auf der Erdfläche überein u. s. f.

Wenn man bey heiterer Nachtzeit die Sterne am Himmel nur mit geringer Aufmerksamkeit beobachtet, so scheinet es, als ob alle Sterne sich von Morgen gegen Abend fortbewegten, so daß sie binnen 24 Stunden Kreisumläufe machen, welche unter sich und mit einem größten Kreise n o parallel laufen, welcher letztere der **Aequator** genannt wird. Alle diese parallelen Kreise haben eine gemeinschaftliche auf dem Aequator senkrecht stehende Axe p q, die **Weltaxe**, deren Endpunkte p und q ihre Pole, die **Weltpole**, sind, und es scheint die Bewegung so zu erfolgen, als ob der ganze gestirnte Himmel um die unbewegt stehende Axe p q sich täglich umdrehete. Mit dem Aequator, den Weltpolen und der Weltaxe gehören auf der Erdfläche zusammen der **Aequator der Erde** t x die **Erdpole** r und s, und die **Erdaxe** r s, welche selbst ein Theil der Weltaxe ist. Auch nennt man alle Kreise auf der Erdoberfläche, deren Ebenen durch die Erdaxe gehen, und welche bis an die Himmelskugel erweitert Declinationskreise geben würden, **Meridiane**. Alle diese Meridiane stehen auf dem Erdäquator senkrecht. Es liegen demnach verschiedene Oerter auf der Oberfläche der Erde unter einerley Meridiane, wenn sie in der Peripherie eines solchen Kreises ihre Stelle haben.

Nimmt man an, daß die Erde binnen 24 Stunden mit gleichförmiger Bewegung um ihre Axe ein Mahl sich drehet, so erfolgen alle Erscheinungen der täglichen, allen Sternen gemeinschaftlichen Bewegung eben so, als wenn die Erde ruhete, und die Sterne sich gleichförmig bewegten. Es sey nämlich a ein Ort auf der Erdoberfläche und a c seine Scheitellinie bis an die Himmelskugel in z gedacht; ferner stelle w einen Stern vor, welcher in der Stelle am Himmel unverändert bleibt, und nicht in Bewegung ist, so wird eine Ebene durch diesen Stern und durch die Axe r s der Erde geleget

leget an der scheinbaren Himmelskugel einen größten Kreis p o q f geben, welcher den Declinationskreis des Sternes w vorstellet. Man gedenke sich nun in dem Augenblicke die Erde völlig in Ruhe, so wird auch die Ebene des Declinationskreises völlig in Ruhe seyn. So bald aber die Erde um ihre Axe sich drehet, so wird ein jeder Punkt auf der Oberfläche derselben, folglich auch der Ort a einen zur Axe ſr gehörigen Parallelkreis beschreiben. Die Ebene, welche die Erde durch die Axe rſ und durch die Scheitellinie a c schneiden, und daher für den Ort a der Meridian seyn würde, wozu der Quadrant r t gehöret, würde alsdann bey Umdrehung der Erde zugleich mit in Umlauf kommen, und nach und nach die Lagen r m g, r i x u. s. erhalten, wenn der Ort a den halben Parallelkreis a m h durchläuft. Die Scheitellinie c a wird ebenfalls mit herumgeführet, und bekommt nach und nach die Lagen m c, h c u. s. welche gehörig verlängert, die scheinbare Himmelskugel in den Punkten y und x u. s. treffen. Alle diese Punkte liegen in einem zur Axe p q gehörigen Parallelkreis z y x, welcher mit dem Polarkreise auf der Erde a m h zusammengehöret. Der Beobachter, welcher in der Stelle a war, befinde sich jetzt in der Stelle m unter dem Scheitelpunkte y am Himmel, so ist die Entfernung des Sternes w von demselben der größte Kreisbogen w y. In dem Dreyecke p w y bleiben die Seitenlinien p w und p y gleich groß, wenn der Beobachter von a durch m nach h mit der Erde herumgeführet wird, nur der Winkel w p y und die dritte Seite w y werden größer. Weil nun der Beobachter in a nach m seine eigene Bewegung nicht fühlt, so scheint es ihm, als wenn der Mittagskreis r k t mit der Erde völlig in Ruhe, der Declinationskreis p n q aber in Bewegung wäre, welche der Richtung a m h gerade entgegengesetzet ist. Es scheint nämlich der Stern w dem Meridian p l näher zu kommen, ohne daß sich seine Entfernung von p ändert, folglich scheint er einen Kreis um p zu beschreiben, und rückt dem Scheitelpunkte immer näher. So bald endlich p l mit dem Bogen p q n zusammenfällt, und

daher

daher der Stern im Meridian erscheinet, so steht er dem Scheitelpunkte, welcher nun in z fällt, am nächsten. Beym andern halben Umlauf erfolgt alles eben so, nur in umgekehrter Ordnung. Daß aber die Erde sich wirklich ungefähr binnen 24 Stunden um die Axe herumwälzet, wird aus dem Folgenden weiter erhellen.

Eine Ebene, welche durch den Mittelpunkt c der Erde auf die Scheitellinie ca senkrecht geleget wird, gibt auf der Oberfläche derselben einen größten Kreis $\beta\gamma$, welchen man für den Ort a den **Haupthorizont** nennen kann. Man muß diesen von dem **scheinbaren Horizonte** des Ortes a unterscheiden; unter diesem versteht man diejenige Ebene, welche durch den Ort a gehet, und die Scheitellinie ac senkrecht schneidet. Folglich läuft dieser scheinbare Horizont fe mit dem Haupthorizonte für den Ort a parallel. Ein Stern, welcher in der erweiterten Ebene des Haupthorizontes für den Ort a liegt, und dessen Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde so groß ist, daß er keine merkliche Horizontalparallaxe, viel weniger eine merkliche Höhenparallaxe hat, wird, in dem Orte a gesehen, von dem Zenith z ebenfalls um 90 Grade entfernet zu seyn scheinen. Es ist also auch für den Ort a der Beobachtung einerley, ob man den Stern aus a oder aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet, mithin ist auch in Rücksicht des Sterns einerley, ob man sich den scheinbaren oder Haupthorizont für den Ort a vorstellet. Es mag folglich der Beobachter auf der Erde seinen Ort ändern, wie er will, so werden dergleichen Sterne immer einerley Lage gegen einander behalten. Nach der Erfahrung trifft dieses bey den Fixsternen ein, mithin haben auch diese keine merkliche Höhenparallaxe (s. **Parallaxe**). Diejenigen Sterne hingegen, wovon ein jeder für sich keine unmerkliche Höhenparallaxe hat, können auch, aus verschiedenen Orten der Erde gesehen, nicht einerley Lage gegen einander und gegen die Fixsterne behalten, vielmehr müssen sich die Erscheinungen, welche von den Bewegungen derselben abhangen, dem einen Beobachter so und einem andern entferntern ganz anders darstellen. Daß dieß

der Fall bey den Planeten, selbst bey der Sonne und am meisten bey dem Monde sey, das zeiget die Astronomie. Daher muß man bey Beobachtungen der Höhen dieser Himmelskörper selbige auf diejenigen reduciren, welche auf den Hauptshorizont fallen würden.

Uebrigens werden alle Kreise auf der Erdoberfläche, so wie überhaupt ein jeder Kreis, in 360 Grad, der Grad in Minuten, Sekunden u. s. abgetheilet.

Von den übrigen Kreisen, welche auf der Erdoberfläche gedacht werden können und vorzüglich merkwürdig sind, unter dem Artikel, **Erdkugel, künstliche.**

Ein vorzügliches und sehr bequemes Mittel, zu erfahren, ob die Schwere an allen Orten der Erde gleich oder ungleich groß ist, gibt das so genannte Pendel ab, welches aus Gründen, die unter dem Artikel **Pendel** werden angeführet werden, seine Schwingungen in desto kürzerer Zeit vollenden wird, je kürzer es ist, und je größer die Schwere ist. Wenn sich also die Erde wirklich um ihre Axe drehet, so muß auch in einerley Zeit dasselbe Pendel unter dem Aequator langsamer als gegen die Pole zu schwingen.

Picard [a]) kam zuerst auf die Muthmaßung, welche er auch in der zu Paris errichteten Akademie der Wissenschaften vortrug, daß bey der Voraussetzung der Umwälzung der Erde um eine Axe schwere Körper unter dem Aequator mit geringerer Kraft fallen müßten, als unter den Polen, und führet zugleich an, daß hiernach das Sekundenpendel daselbst mehrere Schwingungen vollenden müsse, wo die Schwere größer wäre. Auch schienen verschiedene zu Lion, Bologna und London angestellte Versuche mit dem Sekundenpendel, daß man es desto mehr verkürzen müsse, je mehr man sich dem Aequator nähere. Andere Erfahrungen schienen zwar diesem zu widersprechen, indem man in Paris und im Haag die Längen des Sekundenpendels gleich groß gefunden habe.

Im Jahre 1671 wurde von der Akademie der Wissenschaften zu Paris dem Herrn **Richer**, welcher sich damahls auf

a) Mésure de la terre. Paris 1671. 8. art. 4.

auf der Insel Cayenne aufhielt, welche bey Südamerika nur 5° nordwärts vom Aequator liegt, der Auftrag gegeben, die Länge des Sekundenpendels daselbst zu beobachten. Er fand *), daß seine von Paris mit genommene Pendeluhr zu Cayenne täglich um 2 Minuten zu langsam ging, und mußte die Länge des Pendels um $1\frac{1}{4}$ Linie verkürzen, wenn sie in einer Stunde 3600 Schwingungen vollbringen sollte. Nach seiner Zurückkunft in Paris aber mußte er diese Länge wieder abändern, und auf die vorige bringen, wenn die Uhr richtig gehen sollte. Hierdurch ward es nun ganz außer Zweifel gesetzet, daß die Schwere gegen den Aequator zu geringer werde, zugleich gab aber auch diese Erfahrung einen starken Beweis ab, daß sich die Erde um ihre Axe drehe.

Um diese Zeit kam **Huygens**, welcher die Gesetze der Schwungbewegung im Kreise zuerst bekannt machte, auf den Gedanken, daß unmöglich diejenigen Theile der Erde, welche durch den Schwung gegen den Aequator hin eine Verminderung der Schwere erlitten hätten, mit den schwereren Theilen gegen die Pole zu unmöglich im Gleichgewichte seyn könnten, wenn die Erde als eine vollkommene Kugel angenommen würde. Er schloß so: nähme man auch an, daß unsere Erde anfänglich eine flüssige Kugel gewesen sey, deren Elemente vermöge der Schwere gegen den Mittelpunkt getrieben werden, so müßten sich diejenigen Elemente, welche dem Aequator näher liegen, durch den täglichen Umschwung um die Axe desto mehr erhoben haben; auch dieß hätte erfolgen müssen, wenn gleich die Erde eine feste Masse, deren Oberfläche aber überall mit Wasser bedeckt gewesen wäre. Da nun unsere Erde um den Aequator herum wirklich große Meere habe, so müsse auch der tägliche Umschwung ihnen diese angezeigte Gestalt geben. Diese Meere würden nun die angrenzenden Ufer überschwemmen, wenn nicht dieselben auf eben diese Weise gekrümmt, und erhabener wären. Daraus sey also klar, daß das feste Land eben

 die

*) Observations astronomiques et physiques faites à Cayenne. Paris 1670. fol.

die Gestalt haben müsse, welche der Schwung den Meeren gebe. Es müsse also die ganze Erdmasse die Gestalt eines um die Pole zusammengedruckten und abgeplatteten Sphäroids erhalten haben *α*). Daraus folge also, daß der Durchmesser des Aequators (fig. 38.) ab etwas größer sey als die Axe cd von einem Pole zum andern. Um diese seine Vermuthung noch mehr zu bestärken, führt er einen Versuch mit einer weichen Thonkugel an, welche an eine Axe gesteckt und schnell herumgedrehet wirklich diese angezeigte Gestalt erhalte, indem sie sich um die Pole abplatte, und im viertel Umkreise davon aufschwelle. Er sucht sogar das Verhältniß der beyden Halbmesser fa und fc durch Rechnung zu bestimmen, indem er annimmt, daß beyde längen communicirende Röhren sind, die mit Flüssigkeiten von ungleichen Schweren sind angefüllet worden, deren Höhen er für den Fall des Gleichgewichtes nach hydrostatischen Gesetzen berechnet. Da er nun die Schwungkraft unter dem Aequator $\frac{1}{289}$ der Schwere gefunden hatte, so bestimmt er daraus, daß fc um $\frac{1}{578}$ kleiner als fa sey.

Nachdem **Newton** die Gesetze der Schwere entdecket hatte, so bemühete er sich hieraus eben diesen Satz von der sphäroidischen Gestalt der Erde als eine unläugbare Folge herzuleiten. Er sagt *β*), wenn sich die Planeten nicht um ihre Axe dreheten, so müßten sie wegen der Schwere, welche von allen Seiten gleich stark wirke, eine Kugelgestalt annehmen. Durch die Umdrehung um die Axe aber werden die Theile von der Axe entfernet, und streben sich um den Aequator zu erheben. Wenn daher die Materie flüssig ist, so muß der Durchmesser um den Aequator durch ihr Erheben vergrößert, die Axe hingegen durch ihr Niedersinken bey den Polen kürzer werden. Auf diese Weise findet man den Durchmesser Jupiters nach **Cassini** und **Flamstead's** Beobachtungen zwischen seinen Polen kürzer als nach der Rich-

α) De causa grauitatis in den operibus cura *s'Gravesande*. Lugd. Batav. 1724. 4. Tom. I.

β) Philosoph. natur. princ. mathem. L. III. prop. 18. 19.

Richtung von Morgen gegen Abend. Eben diese Gründe berechtigen uns anzunehmen, daß unsere Erde um den Aequator höher als bey den Polen sey; denn sonst würde sich das Meer an den Polen senken, um den Aequator aber erheben, und eine Ueberschwemmung verursachen. Nach den Gesetzen der Schwere berechnet er hierauf das Verhältniß des Durchmessers des Aequators und der Axe, und folglich nach richtigern Gründen als Huygens, weil er bey seiner Rechnung zugleich auf den Umstand sieht, daß die Materie um den Aequator nicht allein durch den Schwung, sondern auch wegen des Gesetzes der Schwere: daß sie im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung von dem Mittelpunkte abnimmt, leichter als die Materie bey den Polen werden müsse, welchen Umstand Huygens nicht mit in Betrachtung zog. Er findet das Verhältniß fa : fc der Erde = 692 : 689 oder $230\frac{2}{3} : 229\frac{2}{3}$, woraus sich also ergibt, daß die Erde unter dem Aequator $\frac{1}{230}$ des Halbmessers der Axe erhabener ist. Noch mehr sind **Huygens** und **Newtons** Berechnungen von **Frisi** [α]) und **Clairaut** [β]) erläutert werden.

Allein alle diese Muthmaßungen, welche aus guten Gründen sind hergeleitet worden, waren doch noch nicht hinreichend, die sphäroidische Gestalt der Erde als völlig ausgemacht anzunehmen. Es zeigte nachher **d'Alembert**, daß eine und dieselbe Kugel nach einer mittelst der Umdrehung gegebenen Bewegung verschiedene Gestalten haben könne, ohne daß deshalb ihre Theile aufhörten, im Gleichgewichte zu seyn. Herr **la Place** hingegen hat bewiesen, daß es nur zwey mögliche Gestalten für eine Kugel, welche irgend eine gegebene Masse hat, gebe, wenn man voraussetze, daß alle ihre Theile im Gleichgewichte sind. Diese beyden Gestalten der Erdkugel sind nach ihm folgende:

 Nimmt

α) Disquisitio in causam physicam figurae et magn. telluris. Mediolani 1750. gr. 4.

β) Théorie de la figure de la terre tirée des principes de l'hydrostatique à Paris 1743. 8.

Nimmt man an, daß sich die Erde in 23 Stunden, 56 Minuten und 4 Sekunden um ihre Axe drehet, so verhalte sich die Axe des Pols zum Durchmesser des Aequators wie 1 : 1,004334487. Daher stehen diese beyden Axen nach dieser Angabe beynahe in dem Verhältnisse $231\frac{7}{10}$: $230\frac{7}{10}$.

Nähme man aber an, welches auch möglich wäre, daß die Umwälzung der Erde um ihre Axe 2 Stunden, 25 Minut. 17 Sek. Zeit brauchte, so würde in diesem Falle das Verhältniß der beyden Axen seyn wie 1 : 689,519, d. h. die Erde würde an den Polen ungemein stark abgeplattet seyn.

Weil man also aus allen diesen angenommenen Gründen die daraus hergeleitete Gestalt der Erde keines Weges als unbezweifelt gewiß annehmen kann, so blieb kein anderes Mittel übrig, als zur Ausmessung unmittelbar zu schreiten, um die Gestalt unserer Erde außer allen Zweifel zu setzen.

Alles, was durch wirkliche Ausmessung ausgemacht werden kann, beruht ganz auf folgenden Gründen: wäre die Erde eine vollkommene Kugel, so müßten auch alle Grade derselben vollkommen gleich groß seyn, und alle Richtungen der Schwere müßten in dem Mittelpunkte zusammenkommen. Bey der Ausmessung würde man also einen Grad des Meridians gegen den Pol zu eben so groß finden, als einen unter dem Aequator. Hätte aber die Erde eine sphäroidische Gestalt, wovon ein Meridian die Fläche (fig. 38.) adbc vorstelle, so wird auch nothwendig folgen, daß der Meridian bey c, wo die Erde abgeplattet ist, weniger gekrümmt seyn müsse, als bey a, wo sie mehr erhaben ist; daher muß auch der Halbmesser der Krümmung bey c größer, als der bey a seyn. Aber nun werden auch die Richtungslinien der Schwere nicht in dem Mittelpunkte f zusammenkommen, sondern sie werden in andere Punkte fallen, welche die Halbmesser der Krümmung bestimmen. Sind die Bogen ag, ck klein, so kann man sie, wie aus dem Artikel **Centralbewegung** erhellet, als Kreisbogen betrachten, wozu die

die Halbmesser der Krümmungen gh und ki gehören. So können also die Winkel h und Einen Grad, mithin auch die Bogen ag und ck Einen Grad betragen, wenn sich im erweiterten Meridiane ein Punkt an der Himmelskugel, welcher mit der verlängerten Linie dc am Himmel zusammenfällt, einen Bogen von 1° im Meridiane in seiner Bewegung zurückgeleget hat. Nun ist aber der Halbmesser ki länger, als der Halbmesser gh, folglich muß auch der Bogen ck größer, als der ähnliche Bogen ag seyn; oder welches einerley ist, der Grad des Mittagskreises muß da größer seyn, wo die Erde abgeplattet, hingegen da kleiner, wo sie erhaben ist. In dieser Voraussetzung würde also nun folgen, daß bey wirklicher Ausmessung ein Grad gegen den Pol zu nicht gleich mit dem Grade gegen den Aequator zu gefunden werden müsse. Wenn folglich **Huygens** und **Newtons** Schlüsse ihre Richtigkeit hätten, so müßte man einen Grad gegen die Pole oder gegen Norden hin größer als einen gegen den Aequator oder gegen Süden hin finden.

Willebr. Snellius, welcher zuerst wirkliche Ausmessungen anstellte, woron weiter unten nähere Nachrichten erfolgen sollen, fand den Grad des Mittagskreises in den Niederlanden 55021, **Picard** in Frankreich 57060 Toisen. Hiernach wäre also der nördliche Grad kleiner als der südliche, und daraus schloß (**Eisenschmidt** [α]), daß unsere Erde ein längliches Sphäroid sey, d. i. daß sie um den Aequator eingedruckt, an den Polen aber erhaben sey, welches folglich mit **Huygens** und **Newtons** Schlüssen nicht übereinstimmte. **Picards** Messungen wurden in den Jahren 1689 und 1700 von Paris bis zu den pyrenäischen Gebirgen, welches nach astronomischen Beobachtungen 6° 18′ eines Mittagskreises der Erdkugel ausmachte, von **Johann Dominikus Cassini** [β]) fortgesetzet. Aus genauen Vergleichungen mit dem veränderlichen Stande des einen oder andern Sterns gegen

α) Diatribe de figura telluris elliptico – sphaeroide. Argentorati 1691. 8.

β) Mémoire de l'Acad. roy. des scienc. an. 1701.

den Zenith im nordlichen und südlichen Frankreich fand dieser die Größe eines Grades vom Meridiane südwärts von Paris 57126 und nordwärts 57055 Toisen, woraus abermahls das Gegentheil von **Newtons** Meinung folgen würde. Um noch gewisser zu gehen, erhielten im Jahre 1718 **Jakob Cassini**, ein Sohn des vorigen, **Maraldi** und **de la Hire** den Auftrag, eine weitere Ausmessung zu unternehmen. Diese fanden die Größe eines Grades vom Meridiane südwärts 57097 und nordwärts 56960 *). Da nun auch hier der nördliche Grad kleiner als der südliche angegeben ward, so hielten von dieser Zeit an die Mitglieder der Akademie zu Paris die Erde für ein längliches Sphäroid, und bestritten **Newtons** Meinung oft mit Heftigkeit, und behaupteten, daß man den Erfahrungen mehr Glauben beymessen müsse, als allen theoretischen Resultaten, welche sich auf unzuverlässige Voraussetzungen gründeten. Die englischen Gelehrten hingegen vertheidigten **Newtons** Meinung mit allem Nachdruck, und führten gegen die französischen Ausmessungen an, daß man aus denselben noch gar nicht mit Zuverlässigkeit auf die Figur der Erde schließen könne, indem die gemessenen Bogen viel zu nahe an einander lägen, und in einem viel zu kleinen Theile der Erdfläche eingeschränkt wären. Zuletzt wurden doch auch selbst die französischen Gelehrten gegen die von ihnen veranstalteten Messungen mißtrauisch. Natürlicher Weise mußten sie einsehen, daß es hierbey vorzüglich darauf ankäme, ein Paar äußerste Grade auszumessen, welche so nahe als möglich, der eine gegen den Pol zu und der andere am Aequator, lägen, indem schon zu vermuthen war, daß die Abweichung der Erde von der genauen Kugelgestalt nicht beträchtlich groß seyn konnte. Bey einer solchen Ausmessung aber mußte nothwendig der Unterschied beyder Grade groß genug ausfallen, daß gar kein Zweifel

*) *Jacques Cassini* traité de la figure et de la grandeur de la terre in der Suite des mémoir. de l'Acad. des scienc. an. 1718. auch besond. gedruckt zu Amsterd. 1723. 8. Jakob Cassini von der Figur und Größe der Erde rc. herausg. von Klimm. Leipzig 1741. 8.

Zweifel in Ansehung des größern Grades mehr übrig bleiben konnte. Um also diesen Streit zu heben, wurde endlich eine neue Ausmessung von einigen Gelehrten der französischen Akademie unter **Ludwig XV.** veranstaltet. Im Jahre 1735 gingen die Herrn **de la Condamine, Bouguer, Godin, de Jüssieu** und **Couplet** nach Quito in Peru, beynahe unter dem Aequator, unter Seegel. Diese endigten ihre äußerst mühseligen Arbeiten erst im Jahre 1744, nachdem sie einen Bogen von mehr als 3 Graden geometrisch gemessen und mit dem Himmel verglichen hatten. Ihr Resultat bringt die Größe eines Meridiangrades in Peru auf 56753 Toisen, folglich viel kleiner, als man in Frankreich gefunden hatte α). Im Jahre 1736 stellten die Herrn **Clairaut, Maupertuis, Camus,** der jüngere **le Monnier** und der Abt **Outhier** eine Reise nach Tornea in Lappland unter dem nördlichen Polarkreise an. Diese hatten in den Jahren 1736 und 1737 bey der Stadt Tornea einen Grad vom Mittagskreise gemessen, und gaben schon 1738 von diesen Abmessungen Nachricht β). Die Größe des gemessenen Bogens betrug 57′ 27″ bis 57′ 30½″, wovon das Mittel 57′ 28¾″ genommen wurde. Die Länge dieses Bogens fanden sie durch Hülfe eines geometrischen Grundrisses und einer trigonometrischen Berechnung aller darin befindlichen Dreyecke, indem sie auf dem Eise eine Grundlinie von 7406 Toisen annahmen, auf 55023½ Toisen. Daraus folgt also der in Lappland gemessene Grad 57437,91 folglich um ein ansehnliches größer, als alle in Frankreich gemessene.

N 5 Der

α) *De la Condamine* Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'Equateur à Paris 1751. und dessen mésure des trois premiers degrès du meridian, dans l'hémisphère austral. Paris 1751. 4. la figure de la terre determinée par les observations des Mſrs. *Bouguer* et *de la Condamine* envoyé au Perou par l'ordre du Roi, p. Mſr. *Bouguer*. Paris 1749. 4.

β) Figure de la terre determinée par les observations des Mſrs. *de Maupertuis*, *Clairaut*, *Camus* etc. faites par ordre du Roi au cercle polaire. Paris 1738. 8. Figur der Erde bestimmt durch die Beobachtungen der Herrn von Maupertuis, Clairaut ꝛc. Zürich 1741. 8. Journal d'un voyage au Nord p. Mſr. l'Abbé *Outhier*. Paris 1738. 8.

Der Erfolg dieser mit aller nur möglichen Sorgfalt angestellten Messungen bewies zuerst, daß die Erde keine vollkommene Kugel sey, weil die Grade unter den Polen größer als die unter dem Aequator ausfielen; zugleich bestätigte er aber auch **Newtons** Meinung, indem der Grad bey dem Nordpol fast 700 Toisen größer als der unter dem Aequator gefunden ward, so daß also nunmehr die abgeplattete Gestalt der Erde außer allen Zweifel gesetzet wurde.

Nachher sind noch in andern Ländern Gradmessungen angestellet worden, welche auf gleiche Folgen führen, und wovon weiter unten geredet werden soll. Nach dieser Zeit hat man auch versucht, die genaue Gestalt der Meridiane auf unserer Erdfläche zu bestimmen, indem man annahm, daß sie alle unter sich gleich wären. Die Gradausmessungen der Erde gaben Gelegenheit, sie als Ellipsen zu betrachten, nach welcher Voraussetzung aus Gründen der höhern Geometrie durch Vergleichung mit den gemessenen Graden das Verhältniß der Axe zum Durchmesser bestimmt werden konnte. Hierzu haben schon **Maupertuis**, **Bouguer**, **Clairaut** und **Mallet** α) Formeln gegeben. Die gemessenen Grade bestimmen aber nicht eine einzige Ellipse, sondern jedes Paar gibt eine andere Ellipse, und es ist daher gar nicht wahrscheinlich, daß die Meridiane eine elliptische Gestalt besitzen, und daß selbst unsere Erde ein **Ellipsoid** sey. Schon **Bouguer**, welcher damahls nicht mehr als drey verschiedene gemessene Grade vergleichen konnte, wurde hiervon überzeugt und schreibt der Erdkugel eine ganz eigene krumme Gestalt zu, welche auch **de la Lande** β) annimmt, und von **Hube** γ) genauer zu bestimmen gesuchet worden ist. Auch die Gradmessung, welche **de la Caille** im Jahre 1750 auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung unternommen hatte, veranlaßte Zweifel, ob die südliche Hälfte der Erde eben so wie die nördliche

α) Allgemeine oder mathematische Erdbeschreibung der Erdkugel a. d. Schwed. von Röhl. Greifsw. 1774. 4.

β) Astronomie. §. 2685.

γ) De telluris forma. Varsav. 1780. 8.

liche gekrümmt sey. Einige Nachrichten hiervon sollen weiter oben erfolgen. Für jetzt ist es uns schon hinlänglich zu wissen, daß die Erdaxe etwas kleiner als der Durchmesser des Aequators ist. Ungeachtet die Abplattung der Erde nicht beträchtlich groß ist, und man daher in vielen Fällen die Erde als eine vollkommene Kugel betrachten kann, so ist doch an der genauern Kenntniß der eigentlichen Gestalt der Erde viel gelegen. Denn hierdurch hat man 1. einen vorzüglichen Beweis von der Umwälzung der Erde um ihre Axe erhalten, indem die Erhöhung unter dem Aequator dadurch entstanden ist; auch gibt sie 2. der Theorie der Schwere ein neues Licht, 3. hat sie auch bey der genauern Bestimmung der Erdferne des Mondes aus seiner beobachteten Parallaxe ihren großen Nutzen, indem nur bey einer vollkommenen Erdenkugel die Horizontalparallaxe des Mondes zu einer gewissen Zeit für alle, welche den Mond in ihrem Horizont haben, gleich groß seyn kann, 4. leistet sie endlich auch der Erdbeschreibung und Schifffahrt wichtige Vortheile.

Auch bey verschiedenen andern Planeten hat man die Abplattung wahrgenommen, indem sie sich um ihre Axe drehen, woraus die Uebereinstimmung der Gesetze der Schwere mit der Natur ungemein hervorleuchtet und von Niemand verkannt werden kann.

Aus der bekannten Figur der Erde läßt sich ihre Größe finden, wobey man anfänglich annehmen kann, daß sie eine vollkommene Kugel sey. Da aber dieser Erdkörper für uns viel zu groß ist, um den völligen Umfang, Durchmesser, Weite der Oberfläche u. s. desselben durch unmittelbbare Ausmessung zu bestimmen, so bleibt uns kein ander Mittel übrig, als daß wir nur einen kleinen Bogen eines ihrer größten Kreise, z. B. eines Mittagskreises nach einem bekannten Längenmaße ausmessen, und mit dem veränderlichen Stande eines gewissen Sternes gegen den Zenith an beyden Endpunkten desselben vergleichen. Hieraus läßt sich alsdann nach Gründen der Geometrie die ganze Peripherie dieses Bogens, und aus dieser der Halbmesser, die Oberfläche und

und der körperliche Raum der Erdkugel berechnen. Es kömmt hierbey also vorzüglich auf die Bestimmung der Größe eines kleinen Bogens von einem größten Kreise an. Um diese genau zu erhalten, muß man wissen, wie weit man auf der Erdoberfläche unter einem gewissen Meridian fortgehen müsse, damit nach richtigen astronomischen Beobachtungen ein Stern seine Weite vom Zenith um eine gewisse Anzahl von Graden verändert habe. Wenn z. B. (fig. 36.) auf der Stelle a der Erdfläche der Stern f im Zenith betrachtet wird, so erscheinet dem Beobachter auf der Stelle b der Erde, dessen Zenith der Punkt r ist, der Stern f um eben so viele Grade vom Umkreise der Himmelskugel von r entfernet, als der Bogen a b vom Umfange der Erde a b d austrägt, weil c der gemeinschaftliche Mittelpunkt der Erd- und Himmelskugel ist. Nun muß aber auch dieser Bogen a b nach einem bekannten Längenmaße gemessen werden, indem sonst der Beobachter nicht weiß, ob er wirklich seinen Weg in einem Meridiane von a nach b genommen, oder ob er auf einem kleinern Kreise der Erdkugel fortgereiset sey, wovon der Bogen mit dem Bogen a b gleich viele Grade besitzet.

Man führet an, daß schon **Anaximander** von Milet, einer der berühmtesten Schüler aus der jonischen Schule, 550 Jahr und **Archytas** von Tarent 400 Jahr vor Christi Geburt, die Größe der Erde ausgemessen haben. Das erstere Vorgeben beziehet sich bloß auf eine unrichtig verstandene Stelle des **Diogenes Laertius** α), welche eigentlich nichts weiter sagen will, als daß **Anaximander** den Umfang der Küsten von den damahls bekannten Ländern zuerst in eine Zeichnung gebracht habe. Eben so wenig läßt sich auch aus der Stelle einer vortrefflichen, genugsam bekannten Ode des **Horaz** β), in welcher er bloß die Geschicklichkeit des **Archytas** erheben will, und ihn daher den mensorem terrae, numeroque carentis arenae nennt, beweisen, daß

α) Vita Philosophor. I. II.
β) Od. lib. I. od. 28.

daß dieser die Erde wirklich ausgemessen habe. Die erste historisch wirkliche Ausmessung der Erde, deren **Strabo** [α]), **Cleomedes** [β]), **Censorinus** [γ]) und **Plinius** [δ]) gedenket, ist vom **Eratosthenes** unter dem Könige Ptolemäus Evergetes 400 Jahr vor Christi Geburt veranstaltet worden. Es war ihm bekannt, daß zur Zeit des Sonnensolstitii die Sonne durch den Scheitel der an den Grenzen Aethiopiens unter dem Wendekreise des Krebses gelegenen Stadt **Syene** ging, und daß auf 150 Stadien in die Runde die auf einer horizontalen Ebene senkrecht aufgerichteten Stäbe keinen Schatten gaben. Dabey nahm er an, daß Alexandrien und Syene unter einem Meridian lägen, wiewohl dieß falsch ist, und Syene nach dem **Ptolemäus** [ε]) um 1° 53' ostwärts von Alexandrien gelegen hat. Er beobachtete also am längsten Tage im Sommer die Entfernung der Sonne vom Scheitelpunkte durch den Schatten eines auf dem Boden des in fig. 40. vorgestellten Werkzeuges (scaphia, scaphium) senkrecht aufgerichteten Stiftes. Es bestand dieses Werkzeug aus einer hohlen Halbkugel a b c mit einem getheilten Halbkreise, von deren Grunde b der Stab b d senkrecht aufgerichtet war. Wenn man nun dieß an die Sonne stellte, und den Stab b d nach dem Scheitelpunkte z aufrichtete, so gab die Länge des Schattens b f in Theilen des Kreises ausgedruckt das Maß des Winkels $bdf = fdz$ oder den Abstand der Sonne vom Scheitel an. **Eratosthenes** fand auf diese Weise, daß dieser Abstand am längsten Tage den 50sten Theil des Umkreises eines größten Kreises sey; und hieraus schloß er, daß Alexandrien von Syene, wo in dem Augenblicke die Sonne im Scheitel selbst stehe, um den 50sten Theil des Umkreises der Erde entfernet sey. Die Entfernung nahm er für 5000 Stadien

α) Geographia gr. et lat. cum commentar. *Causaboni*, Genev. 1557. fol. lib. II. p. 78.
β) Theoria cyclica. Basil. apud Henric. Petri, 1547. 8. cap. 10.
γ) De die natali cap. 13.
δ) Historia naturalis lib. II. cap. 108.
ε) Geograph. lib. IV. cap. 5.

dien an, und fand also den ganzen Umkreis der Erde 50 + 5000 = 250000 Stadien. Er theilte diese in 360 Grade, und erhielt für jeden Grad etwa 694½ Stadien, wofür er nachher 700 Stadien annahm. Diese mit 360 multiplicirет gaben den Umfang der Erde von 25200 Stadien, welches das letzte Maß ist, dessen sich **Eratosthenes** ordentlich bedienet hat. Man ist aber nicht einig, was für ein Maß das Stadium gewesen sey. Nach **Picard** und **Perrault** beträgt dieß Maß etwa 567 pariser Fuß, nach **Eisenschmidt** [α]) 572 paris. Fuß 11 Zoll. Man findet die alten gebrauchten Maße beym **Riccioli** [β]), **Struyck** [γ]) und anderen. Nimmt man, wie **Lulof** [δ]), ein Stadium = 570 pariser Fuß, so findet man den Umkreis der Erde bey weiten zu groß.

Dionysidorus nahm für den halben Durchmesser der Erde den sechsten Theil ihres Umkreises aus dem letztern Maße des Eratosthenes an. Von diesem erzählet **Plinius** [ε]), daß man nach seinem Tode einen Brief im Grabe gefunden habe, damit man glauben solle, er sey vom Grabe bis zum Mittelpunkte der Erde hinabgestiegen und habe den Halbmesser auf 24000 Stadien gefunden. **Plinius** nennt dieß ein exemplum vanitatis graecae maximum.

Posidonius nahm 150 Jahr vor Christi Geburt ein gleiches Unternehmen vor. Nach **Cleomedes** [ζ]) gründete sich diese seine Ausmessung der Erde auf die Beobachtungen des Sternes Canopus. Er fand nämlich, daß dieser Stern zu Rhodus nur am Horizonte erschien, als er sogleich wieder unterging, und daß er in Alexandrien, welches nach ihm mit Rhodus unter einerley Meridian liegt, am Horizonte den 48ten Theil des Umkreises des Himmels in die Höhe stieg, welches mit 7½ Grad des Umfanges der Erde überein-

trifft.

α) De ponderibus et mensuris. Argent. 1708. 8.
β) Geographia reformata. lib. V. c. 7.
γ) Over de Grotte der Aarde.
δ) Einleitung zur mathematischen und physikalischen Kenntniß der Erdkugel. S. 67.
ε) Histor. natural. lib. II. cap. vlt.
ζ) Theoria cyclica. lib. I. cap. 16. p. 98.

trifft. Nimmt man nun die Weite zwischen beyden Städten auf 5000 griechische Stadien, so hatte der ganze Umkreis der Erde 240000 Stadien. **Strabo** eignet dem **Posidonius** ein Maß des Umkreises der Erde von 180000 Stadien zu, welches leztere aber alexandrinische Stadien sind. Eben dieser Schriftsteller **Strabo** führet an, daß **Eratosthenes** die Weite zwischen Rhodus und Alexandrien mit Instrumenten gemessen, und sie von 3750 alexandrin. Stadien gefunden habe; mithin geben 240000 griechische Stadien, so viel als $\frac{3750 . 240000}{5000}$ = 180000 alexandrin. Stadien. Dieses Maß eignet man gemeiniglich dem **Ptolemäus** [α]) zu.

Etwa um das Jahr 827, nach der christlichen Zeitrechnung, ließ der über die Araber herrschende Calife **Almamon** durch seine nach Bagdad berufene Mathematiker zwey Grade von dem Erdumkreise in den weiten Ebenen von Singar längs den Küsten des arabischen Meerbusens messen. Nach dem Zeugnisse des **Abulpharajus** [β]) wurde die Größe eines Grades auf $56\frac{2}{3}$ Meilen bestimmt. Was dieß aber für Meilen sind, das läßt sich schwerlich mit Gewißheit ausmachen.

Im Jahre 1525 versuchte auch der französische Arzt **Fernel** die Erde auszumessen. Er maß die Entfernung zweyer unter einem Meridian nach astronomischen Beobachtungen um einem Grad von einander liegender Oerter vermittelst der Umläufe seines Wagenrades. Dieses sein Verfahren beruhete daher auf äußerst unsichern Gründen.

Nach dieser Zeit haben mehrere, als **Clavius**, **Kepler** u. s. verschiedene Methoden angegeben, die Größe der Erdkugel zu finden, welche aber alle wegen der dabey unvermeidlich zu begehenden Fehlern keine weitere Aufmerksamkeit verdienen. Man findet sie alle beschrieben beym **Riccioli** [γ]) und zum Theil beym **Wolf** [δ]).

Wille-

α) Geograph. lib. VII. c. 5.
β) Historia dynastiarum. p. 162.
γ) Geograph. reform. lib. V. cap. 14 seqq.
δ) Elementa geographiae mathem. cap. I. §. 30 u. f.

Willebrod Snellius wählte zuerst neue und zuverlässigere Mittel, die Ausmessung der Erde zu bewerkstelligen. Er beschreibt dieses sein Verfahren, welches er im Jahre 1615 bey der Messung eines Grades um Leiden anwendete, in einem eigenen Werke *). Er wählte nämlich ein in der Mittagslinie hinlaufendes Stück der Erdfläche, welches durch Dreyecke verbunden war. Diesen Weg haben nach ihm alle andere Geometer betreten, weil sie ihn für den einzigen richtigsten fanden, auf welchem die Resultate so genau, als es nur die Ausübung mit Hülfe ganz genauer Instrumente verstattet, gefunden werden können. Es bleibt dem **Snellius**, diesen richtigen Weg angegeben zu haben, vorzüglich dieserwegen ein desto größeres Verdienst, da er bey den trigonometrischen Rechnungen der Dreyecke sich der Logarithmen noch nicht bedienen konnte, und daher mühsame Rechnungen durchführen mußte. Seine angegebene Größe eines Grades, welche er nach dieser Methode gefunden hatte, war zwar viel zu klein; er sahe aber auch wohl ein, daß er Fehler nicht allein bey der Messung sondern auch bey der Berechnung begangen hatte, und war in Begriff, selbige zu verbessern, als ihn der Tod im Jahre 1626 übereilte.

Diese Methode ist in der fig. 41. vorgestellet: man wählet auf der Erdoberfläche zwey Oerter b und c, welche entweder in einerley Meridian liegen, oder doch wenigstens in Ansehung der geographischen Länge nur wenige Minuten von einander verschieden sind. Damit aber die Messung desto richtiger ausfalle, so betrage das zu messende Stück a b der Mittagslinie einige Grade. Weil man nun wegen der zu großen Entfernung beyder Oerter von einander, vielleicht auch wegen anderer dazwischen liegender Gegenstände von a nach b unmittelbar nicht messen kann, so wähle man in der Gegend zwischen c und b mehrere schickliche Orte, welche sich mit c und b in einen geometrischen Grundriß bringen lassen. Gesetzt nun, diese Oerter wären d, g, e, f, h, welche vermittelst

*) Eratosthenes Batavus s. de terrae ambitus vera quantitate Lugd. Batav. 1617. 4.

mittelst der Dreyecke c e d, d e f, d f g u. f. mit einander verbunden einen geometrischen Grundriß vorstellen können; so muß eine Seitenlinie, etwa e f auf einer wahren Horizontalfläche gemessen werden; hiernächst sucht man auch mittelst eines richtigen Winkelinstrumentes so viele Winkel, daß man die übrigen Seitenlinien trigonometrisch berechnen kann. Sollten unter den gewählten Standpunkten d, g, h u. f. einige seyn, welche mit der gemessenen Grundlinie e f nicht in einerley Horizontalfläche liegen, mithin wenigstens einige Schenkel der gemessenen Winkel nicht die wagrechte Lage hätten, so muß man die gemessenen Winkel auf den Horizont reduciren. Wenn g und h zwey angenommene Standpunkte, welche mit b nicht in einerley wagrechten Ebene liegen, überdem b l die Scheitellinie durch b, folglich l b h und l b g zwey Vertikalflächen sind, welche den Horizont von b in den geraden Linien b i und b k schneiden, so ist k b i der wagrechte Winkel, welcher eigentlich in die Rechnung kommen muß. Um nun diesen Winkel durch Rechnung zu finden, so muß man auch die Winkel h b i und g b k messen; alsdann beschreibe man mit einem jeden willkürlich gewählten Halbmesser in den dreyen Ebenen l b g, l b h und g h b die Kreisbogen n l, l m und n m, so erhält man ein sphärisches Dreyeck n l m, in welchem alle drey Seiten bekannt sind, mithin kann man daraus den Winkel an l finden. Dieser Winkel ist nun der Neigungswinkel beyder Ebenen b g l und l b h gegen einander, mithin mit dem Horizontalwinkel k b i einerley. Uebrigens bleibt dieser Winkel gleich groß, der Ort b mag von dem Mittelpunkte der Erde höher oder niedriger als c liegen. Man hat also auch bey der Reduktion der übrigen gemessenen Winkel auf die Horizontalfläche nicht darauf zu sehen, daß alle diese angenommenen Standpunkte von dem Mittelpunkte der Erde gleich weit entfernet seyn müssen. Wenn nun auf diese Weise alle gemessene Winkel auf den Horizont, wofern es nöthig ist, sind reduciret worden, so werden die trigonometrischen Rechnungen vorgenommen, wobey alle Mahl die auf den Horizont

reducirten Winkel in Rechnung kommen; hierdurch erhält man alsdann die Länge der übrigen Linien für denjenigen Horizont, worin die gemessene Grundlinie ef liegt. Ist diese Rechnung zu Stande gebracht, so muß die Lage aller dieser durch die Rechnung gefundenen Seitenlinien des ganzen geometrischen Grundrisses gegen die Mittagslinie eines von beyden Oertern c oder b bekannt seyn. Um alsdann die Lage der Mittagslinie ba für den Ort b zu finden, hat man nur nöthig, den Winkel zu suchen, welchen ein Schenkel von dem in b gemessenen Winkel mit der Mittagslinie einschließt. Hat man zu dem Ende den Schenkel bg gewählet, so ist eine astronomische Beobachtung in b nöthig, um den Azimuthalwinkel der Vertikalfläche lbg zu finden. Man bringe also einen Winkelmesser mit einem Sternrohr in diese Vertikalfläche und beobachte vermittelst einer nach der mittleren Sonnenzeit genau gestellten Uhr den Zeitpunkt, in welchen ein Stern, dessen Abweichung bekannt ist, oder auch die Sonne in dieser Vertikalfläche erscheinet. Die beobachtete Zeit gibt den Stundenwinkel am Pol. Aus der bekannten geographischen Breite des Ortes b weiß man nun auch dessen Ergänzung zu 90 Grad und außerdem ist noch die Ergänzung der bekannten Abweichung des Sterns oder der Sonne für den Zeitpunkt der Beobachtung bekannt, mithin läßt sich hieraus der Azimuthalwinkel finden (m. s. Azimuth). Weil nun die Lage der Linie bg bekannt ist, ob sie nämlich westwärts oder ostwärts von der Mittagslinie abweicht, so kann man den gefundenen Azimuthalwinkel an gb gehörig verzeichnen, wodurch die Lage der Mittagslinie bestimmt wird. Durch die Punkte c, e, f und h ziehe man nun cſ, eo, fq, hr auf die Mittagslinie ab senkrecht, und überdem co, ep und qh damit parallel, so hat man ſb = co + ep + qh + rb, und alle diese Theile lassen sich trigonometrisch finden. In den rechtwinkligen Dreyecken coe, epf, fgh, hrb sind nämlich die Hypothenusen bekannt, und die spitzigen Winkel lassen sich aus den bey e, f, h, b gemessenen Winkeln leicht finden. Denn in dem Dreyecke

rbh

rbh ist der Winkel rbh schon bekannt, folglich findet man den Winkel rhb = 90° — rbh; ferner ist qhf = bhg + ghf — rbh — 90° und qfh = 90° — qhf; weiter ist der Winkel pfe = hfg + gfd + dfe — hfq und pef = 90° — pfe; endlich hat man auch noch oec = fed + dec — pef — 90°; und hieraus lassen sich rb, qh, ep, co finden. Der Theil bf der Mittagslinie des Ortes b ist nun eigentlich ein Stück von einem größten Kreise auf der Erdoberfläche, und cf ein anderes Stück, welches aus c auf ab senkrecht gezogen ist. Es wird also der Theil ca des Parallelkreises, welcher durch den Ort a gehet, von dem Theil cf des größten Kreises verschieden seyn. Wenn b nordwärts c gelegen ist, so weiß man, daß die Bogen ab und co der Mittagskreise beyder Oerter c und b gegen b zu im Pole zusammenfallen; ein Parallelkreis also durch den Ort c wird fb in einem Punkte a schneiden, welcher vom Pole weiter entfernet ist als f. Demnach ist der eigentliche Bogen des Mittagskreises für den Ort b, welcher zwischen den Parallelkreisen beyder Oerter b und c fällt, der Bogen ab. Will man also noch fa finden, so muß man in dem sphärischen Dreyecke (fig. 42.) apc den Cathetus pf suchen, und solchen von bc subtrahiren, die Differenz wird alsdann fa seyn. In dem Dreyecke cfp ist cp die Ergänzung der Breite des Ortes c, der Winkel am Pol fpc die Differenz der geographischen Längen beyder Oerter, und der Winkel cfp ein rechter, woraus sich eben fp finden läßt. Aus den bekannten geographischen Breiten beyder Oerter (fig. 41.) b und c kann man nun endlich den Winkel finden, welchen die Scheitellinien der Oerter a und b zwischen dem gemessenen Bogen ab einschließen; er ist nämlich die Differenz beyder geographischen Breiten.

Diesen von **Snellius** angegebenen Weg hat auch **Norwood** in England im Jahre 1635 betreten, und zwischen London und York einen Grad des Meridians 57300 Toisen gefunden.

Mit weit besserm Erfolg wurde aber diese Methode zuerst von **Picard** ausgeführet, indem er hierbey sehr genauer und zum ersten Mahle mit Fernröhren versehener Werkzeuge zur Messung der Winkel sich bediente, und bey der Berechnung selbst die gewiß nicht wenig erleichternden Hülfsmittel trigonometrischer Rechnungen mittelst der erfundenen Logarithmen gebrauchen konnte. Gleich nach der Errichtung der Akademie der Wissenschaften zu Paris ward dem **Picard** aufgetragen, eine Gradmessung in Frankreich zu unternehmen. Im Jahre 1669, unter dem Könige Ludwig XIV. machte daher **Picard** zwischen Malvoisine und Amiens eine solche Dreyecksverbindung, und fand einen Bogen vom Mittagskreise 78907 Toisen; ferner maß er noch auf eben diese Art einen andern Bogen zwischen den Parallelkreisen von Malvoisine und Sourdon, und fand selbigen 68347½ Toisen lang. Um die Polhöhen oder geographischen Breiten dieser Oerter durch astronomische Beobachtungen zu finden, konnte man dergleichen an solchen Stellen, welche mit den dreyen Orten in einerley Parallelkreise waren, nicht vornehmen. Zu Malvoisine war der Beobachtungsort 18 Toisen weiter südwärts, als die südliche Grenze des gemessenen Bogens und zu Sourdon 65 Toisen weiter nordwärts, als die nördliche Grenze des gemessenen Bogens; mithin kommen zur Länge 68347½ Toisen noch 83 Toisen, und die Summe davon beträgt 68430½ Toisen. Die Differenz der Polhöhen oder der geographischen Breiten wurde 1° 11′ 57″ gefunden, mithin war die Länge eines Grades 68430½ $\times$ 3600 : 1° 11′ 57″ = 57065 Toisen. Der Beobachtungsort zu Amiens war 75 Toisen südlicher als die nördliche Grenze des gemessenen Bogens, daher muß die Länge 78907 um 75 Toisen vermindert, im Gegentheil auf der andern Seite bey Malvoisine um 18 Toisen vermehret werden: demnach beträgt die ganze Verminderung 57 Toisen, und die Differenz ist 78850 Toisen. Der Unterschied der Polhöhen oder der geographischen Breiten wurde 1° 22′ 55″ gefunden, mithin war die Länge eines Grades 78850 $\times$ 3600 : 1° 22′ 55″ = 57057 Toisen.

Toisen. Wenn man aus diesen beyden Zahlen die Mittelzahl nimmt, so würde die Länge eines Grades = 57061 seyn. Der gemessene Bogen liegt etwa höchstens 80 Toisen über der Meeresfläche und diese betragen ungefähr den 40867ten Theil des Erdhalbmessers, welches kaum 8 Fuß machen würde, folglich könnte man ohne merklichen Fehler die Länge eines Grades auf der Meeresfläche 57060 Toisen annehmen, wie auch **Picard** gefunden hat [α]). Ungeachtet **Picard** so genau, als es ihm möglich war, verfuhr, so hat doch **Maupertuis** [β]) noch einige Berichtigungen dabey zu machen versucht.

Betrachtet man die Erde als eine vollkommene Kugel, so ergibt sich die Größe des Halbmessers derselben = 180 ⋉ 0,3183 ⋉ 57060 = 3269196 Toisen oder 19615176 pariser Fuß. Diese Bestimmung ist selbst von **Huygens** und **Newton** bey ihren Berechnungen zum Grunde geleget worden.

Um jedoch eine nähere Kenntniß von der Gestalt der Erde zu erhalten, gab selbst **Picard** den Rath, seine angefangenen Messungen weiter fortzusetzen, und dieß gab eben die Veranlassung zur Verlängerung der Mittagslinie durch ganz Frankreich in den Jahren 1680, 1700 und 1718, wobey die beyden **Cassini** den nördlichen Grad kleiner als den südlichen zu finden glaubten; woher der bereits schon oben angeführte Streit zwischen den Franzosen und Engländern entstand, bis zuletzt selbiger durch die Ausmessungen der Herrn **Bouguer** und **Maupertuis** in den Jahren 1735 bis 1744 beendiget wurde, wovon schon oben die historischen Nachrichten sind gegeben worden.

Folgende aus Herrn **Bode** [γ]) genommene Tabelle zeigt die bisher gemessenen Meridiangrade an:

α) Mesure de la terre p. M. *Picard* Paris 1671. 8.
β) Degré du méridien entre Paris et Amiens. Paris 1740. 8.
γ) Kenntniß der Erdkugel. S. 82.

Orte und Gegenden.	Mittlere Breite.	Länge des Grades.	Beobachter.
Peru	1° 20′ südlich	56753	Bouguer
Vorgeb. d. gut. Hoffn.	33 18 südlich	57037	de la Caille α)
Pensylvanien	39 17 nördl.	56888	Mason β)
Bey Rom	43 1	56979	Boscovich γ)
Perpignan, Rhodes	44 33	57048	Cassini
Turin	44 44	57138	Beccaria δ)
Barcellona, Dünkirch.	45 —	57027	Cassini
Ungarn	45° 57′	56881	Liesganig ε)
Rhodes Bourges	46 14	57040	Cassini
Bourges Paris	47 28	57071	——
Wien	48 43	57086	Liesganig
Paris, Amiens	49 20	57074	Cassini
Amiens, Dünkirchen	50 27	57092	——
Holland	52 2	57145	Snellius
England	53 0	57300	Norwood
Lappland	66 19	57422	Maupertuis

Die neueste Ausmessung, welche im Jahre 1792 außer mehreren Mathematikern von den Herrn **Cassini, Mechain, de la Lambre, de Borda** unternommen wurde und 12 Grade vom 39ten bis 51ten nördlicher Breite oder von Barcellona bis Dünkirchen in sich begriff, gab den 45ten Grad der Breite 57027 Toisen, worauf durch ein Decret des französischen Nationalconvents vom 31. Jul. 1793 die Einführung eines neuen Maßes gegründet worden. (m. s. Mètre).

Um nun die Größe der Erde genau zu bestimmen, kömmt es ganz auf ihre Gestalt, und auf das Verhältniß der Axe zum Durchmesser des Aequators an. Bey allen diesen ausgeführten Messungen aber bleibt es bis jetzt noch unmöglich, etwas Bestimmtes von der eigentlichen Figur der Erde festzusetzen. Schon der von **de la Caille** gemessene Grad auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung gibt zu erkennen, daß die

α) Diverſ. obſerv. aſtronomiques et phyſiques faites au cap de bonne Eſperance in den mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1751. p. 435.

β) Philoſ. transact. 1768. p. 326.

γ) De litteraria expeditione etc. franz. mit Anmerk. Voyage aſtron. et géograph. dans l'état de l'égliſe. 1770.

δ) Gradus Taurinenſis. 1774. 4.

ε) Dimenſio graduum merid. Viennenſ. et Hungar. 1770.

die südliche Halbkugel ganz anders gekrümmt zu seyn scheine als die nördliche, und daß man die Erde nicht als ein vollkommenes Ellipsoid betrachten könne, wie man doch eigentlich bey der Berechnung der Größe der Erde annehmen muß. Herr **Klügel** [α]) bemerket jedoch, daß die Erde dessen ungeachtet ein Ellipsoid seyn könnte, dessen Axe aber von der Umdrehungsaxe nur in etwas verschieden sey. Bey alle dem aber bleibt noch immer das Verhältniß des Durchmessers zur Axe verschieden, nachdem man dieses oder jenes Paar der gemessenen Grade mit einander vergleichet. Man darf sich indessen gar nicht wundern, daß alle diese gemessenen Grade in keine vollkommen regelmäßige Krümmung passen, wenn man die Umstände überleget, welche bey einer solchen Ausmessung Statt haben. Auch bey der genauesten Vermessung sind gewisse Fehler unvermeidlich, welche theils in den gebrauchten Instrumenten, theils in der Lage der Oerter, theils aber auch in der Messung selbst ihren Grund haben [β]). Bey der Messung des Herrn von **Maupertuis** in Lappland besonders nehmen verschiedene neuere Mathematiker an [γ]), daß dabey ein Fehler begangen worden sey, und Herr **Boscovich** berechnet selbigen zu 167 Toisen, so daß der Grad unter dem Polarkreise nur 57255 Toisen betrage. Nach gewissen Voraussetzungen finden das Verhältniß des Durchmessers zur Axe

Maupertuis wie	178	:	177
Bouguer	179	:	178
De la Caille	200	:	199
Ulloa	266	:	265
De la Condamine	300	:	299

Mallet [δ]) gibt aus seiner Formel, welche sich auf die Natur der Ellipse gründet, folgendes an:

α) Bode astronomisch. Jahrbuch von 1787 und 1788.
β) Meine Anfangsgründe der Feldmeßkunst. Jena 1796. 8. Cap.
γ) *De la Lande* Astronomie ed. II. §. 2637. Klügel in Bodens astronom. Jahrbuche vom Jahre 1790.
δ) Mathematische Beschreibung der Erdkugel. Cap. IV. §. 23.

Verglichene Paare von Graden.	Verhältniß des Durchmessers zur Axe.
Lappland, Frankreich	144,5 : 143,5
Cap d. gut. Hoffn. Peru	180,7 : 179,7
Lappland, Peru	215,2 : 214,2
Frankreich, Peru	300,6 : 299,6
Italien, Peru	351,5 : 350,5

Aus allen diesen das Mittel genommen gibt 238,8 : 237,8, welches dem Verhältnisse 230,6 : 229,6, das **Newton** aus der bloßen Theorie hergeleitet hatte, ziemlich nahe kömmt. **Euler** [α]) änderte die vier von **Picard**, **Maupertuis**, **Bouguer** und **de la Caille** gemessenen Grade ein wenig, um sie einer Ellipse anzupassen, und fand dadurch das Verhältniß des Durchmessers zur Axe = 230 : 229, welches das newtonsche selbst ist.

Nach der Meinung des Abbe **de Coluso** [β]) ist die Erde eigentlich kein geometrisch regelmäßiger Körper; nehme man aber die Voraussetzung an, daß sie aus einer gleichartigen Flüssigkeit bestehe, wie es die Theorie erheische, so gebe sie um die kleine Axe gedrehet wegen des Gleichgewichtes ein vollkommenes Ellipsoid, bey welcher das Verhältniß der großen zur kleinen Axe = 230 : 229. Vergleiche man hiermit die wirklichen Abmessungen, so werde man auch nur geringe Abweichungen finden. Selbst **Lambert** hat das Verhältniß des Durchmessers zur Axe 231 : 230 angenommen, und hiernach ist die Tafel-Ausmessung für die abgeplattete Figur der Erde berechnet worden [γ]).

Herr du **Sejour** [δ]) nimmt das Verhältniß des Durchmessers zur Axe = 321 : 320 vorzüglich aus diesem Grunde an, weil es eben so aus den beobachteten Pendellängen in verschiedenen Breiten erfolge, und vom Herrn **de la Place** gerade so aus physischen Gründen der Theorie der Erde gefunden

α) Mémoire de l'Académie des scienc. de Prusse 1753. p. 265.
β) Ueber das elliptische Sphäroid. in d. mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Turin an. 1788. 1789. Vol. IV. p. 325.
γ) Berliner Sammlung astronomischer Tafeln. B. III. S. 164-169.
δ) Traité analytique des mouvements apparents des corps célestes Tom. II. Paris 1789. 4.

funden worden sey. Wie das Verhältniß des Durchmessers zur Axe durch Hülfe des Pendels ohne besondere Gradausmessungen gefunden werden könne, das soll unter dem Artikel **Pendel** gezeiget werden.

Das Verhältniß des Durchmessers zur Axe der Erde in Toisen ausgedruckt ist

	Halbmesser des Aequators.	Halbm. der Axe.
nach **Maupertuis**	3285398	3262800
— **Bouguer**	3281013	3262688,5
— **Newton** (in den berliner astron. Tafeln)	3277123	3262875
— **Mallet** (200 : 199)	3280451	3261049

Herr **Klügel**, welcher sehr genau untersuchet hat, was sich aus den bisherigen Messungen auf der nördlichen Halbkugel folgern lasse, gibt folgende Größen an:

Mittlerer Halbmesser der Krümmung	3271589 Toisen
Mittlerer Grad des Mittagskreises	57100 —
Halbmesser der Krümmung unter dem Aequator	3251249 —
Halbmesser der Krümmung unter dem Pol	3303045 —
Halbmesser des Aequators	3279991 —
Halbe Erdaxe	3262447 —
Verhältniß des Halbm. zur Axe	187 : 186.
Mittlerer Halbmesser der Erde	3275790 —
Größe des Grades auf d. Aequator	57247 —
Größe des Grades auf dem mittleren Umfang der Erde	57173,5 —
Der 15te Theil davon oder die geographische Meile oder 23661 rheinl. Fuß.	3811,6 —

Es kommen also auf den Umfang eines Meridians nach diesen Bestimmungen 5393 und auf den Umfang des Aequators 5407 geographische Meilen.

Nach andern Voraussetzungen und besonders nach analytischen Rechnungen aus der ellipsoidischen Gestalt der Erde findet **Mallet** folgende Resultate:

Den Umkreis eines Meridianes	5389 geogr. Meilen.
Die Oberfläche der Erde	8400165 Quadratmeil.
Den körperlichen Inhalt	2669064400 Cubikmeil.

Man sieht aus allen diesen angegebenen Verhältnissen, daß die Abplattung der Erde an den Polen nur wenig beträgt, und daß in den meisten Fällen die Erde als eine Kugel betrachtet werden kann. Man kann die Größe der Abplattung sehr bequem durch einen Bruch ausdrucken, welcher den Unterschied zwischen dem Durchmesser und der Axe als Theil der letztern angibt. Herr **de la Lande** setzt jetzt den Grad der Abplattung auf $\frac{1}{300}$, d. h. der Durchmesser ist $\frac{1}{300}$ Theil der Axe größer als die Axe selbst. In Decimaltheilen der Axe ist die Größe der Abplattung

nach **Maupertuis**	= 0,005649
— **de la Caille**	= 0,005025
— **Newton**	= 0,004348
— **de la Condamine**	= 0,003344
— **du Sejour**	= 0,003125

Betrachtet man die Erde als eine Kugel, auf welcher ein Grad ins Mittel aus den neuern Bestimmungen nach Herrn **Klügel** 57173½ Toisen beträgt, so wäre der Halbmesser der Erde 3275790 Toisen. Auf 1 Grad 15 Meilen gerechnet gibt demnach 1 Meile = 3811,6 und daher

der Halbmesser	= 859,5 Meilen
die Oberfläche	= 9282060 Quadratmeilen
der körperliche Inhalt	= 2659310190 Cubikmeilen.

In aller Strenge genommen wird sich wohl nie die wahre Gestalt unserer Erde und ihre Größe mit Gewißheit bestimmen lassen, indem bey wirklichen Ausmessungen sehr viele Schwierigkeiten eintreten, um nur mit erträglicher Schärfe die verlangten Resultate zu erhalten, bey Bestimmung der Größe unserer Erde durch Hülfe des Pendels aber so viele lokale Umstände Statt finden können, daß wir daraus gar nicht mit einiger Gewißheit auf die Größe und Gestalt der Erde sichere Schlüsse zu machen im Stande wären. M. s. **Pendel.**

Daß

Daß unser Erdkörper ein dunkeler Körper sey, das beweisen nicht allein die Abwechselungen der Tage und Nächte, sondern auch vorzüglich die Finsternisse des Mondes, welcher in den Erdschatten tritt. Auch ist es höchst wahrscheinlich, daß sich die Erde um die Sonne bewege. M. s. **Weltsystem.** Nimmt man dieses leztere wirklich an, bey der Voraussetzung, daß die Sonne ruhe, so erfolgen alle Erscheinungen der scheinbaren Bewegung der Sonne eben so, als wenn die Erde ruhete, und die Sonne um die Erde sich bewegte. Es sey nämlich (fig. 43.) ſ die Sonne und t die Erde, welche sich in der Bahn tcgh um die Sonne ſ herumbeweget. In dieser Bahn nehme man die Punkte a, b, c u. s. willkürlich an, und ziehe durch diese Punkte nach der Sonne gerade Linien, und mit diesen nach der Ordnung durch die Erde t parallele Linien, so erhellet, daß die scheinbare Bahn der Sonne durch die Punkte d, e, f u. s. gehet, und folglich der Bahn der Erde gleich und ähnlich ist. Der Beobachter, welcher seine eigene Bewegung nicht fühlet, hat demnach die Empfindung, als wenn die Erde ruhete, die Sonne aber in dieser scheinbaren Bahn sich fortbewegte.

Die Erdbahn umschließt nach astronomischen Beobachtungen die beyden Bahnen des Merkurs und der Venus; dahingegen sie von den Bahnen des Mars, Jupiters, Saturnus und Uranus umschlossen wird. Daher erkläret es sich, daß wir von der Erde aus die Venus und den Merkur beständig neben und bey der Sonne, hingegen die übrigen vier Planeten auch der Sonne gegenüber sehen.

Die Erdbahn ist, wie alle Planetenbahnen, elliptisch, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet, und ist folglich mit der Ecliptik einerley. Sie läuft jährlich in selbiger ein Mahl herum, und muß daher ein Mahl der Sonne am nächsten, das andere Mahl derselben am weitesten seyn. (M. s. **Sonnennähe, Sonnenferne**). Zu Ende des Decembers, folglich beynahe im Anfange des Jahres, ist sie der Sonne am nächsten, und zu Ende des Junius

oder

oder beynahe im Anfange des Julius steht sie von der Sonne am weitesten ab. Die halbe große Axe dieser Bahn läßt sich nach den neuesten astronomischen Beobachtungen auf 23982,8 Erdhalbmesser setzen. Nimmt man diese Größe als Eins an, so beträgt die Eccentricität der Erdbahn 0,01682. M. s. **Eccentricität.**

Man nennt die Zeit, in welcher unsere Erde einmahl um die Sonne läuft, das **Sonnenjahr**, welches 365 Tage, 5 Stunden 48 Minuten oder 525948 Minuten beträgt. Wenn man nun der Kürze wegen die Erdbahn als einen vollkommenen Kreis betrachtet, so beträgt ihre Peripherie 2. 3,1416. 23983 = 150696 Erdhalbmesser, mithin die Geschwindigkeit der Erde in einer Minute $\frac{150696}{525948} = 0{,}2865$ ihres Halbmessers, d. i. $0{,}2865 \times 3275790 = 938514$ Toisen oder in einer Sekunde $\frac{938514}{60} = 15642$ Toisen, also etwas mehr als 4 Meilen, die Meile 3811,6 Toisen gesetzet, welches die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel, die man in 1 Sekunde auf 600 Fuß schätzt, an die 157 Mahl übersteiget. Uebrigens geschiehet die Bewegung der Erde stets nach der Folge der himmlischen Zeichen oder von Abend gegen Morgen.

Was die Umwälzung der Erde um die Axe betrifft, so geschieht diese in einem gewissen Zeitraume, der sich beständig gleich bleibt, und daher auch das Maß der Zeit selbst abgibt. Man nennt diesen Zeitraum einen **Sterntag**, oder auch **die Zeit der ersten Bewegung**; nach mittlerer Sonnenzeit macht er 23 Stunden, 56 Minuten und 4 Sekunden. Eben diese Umwälzung der Erde um ihre Axe verursachet, wie oben schon ist gezeiget worden, daß sich die Himmelskugel mit den daran befindlichen Sternen von Morgen gegen Abend zu bewegen scheinet. Bey dieser Umwälzung der Erde beschreibet ein jeder Punkt auf der Oberfläche derselben einen Kreis, welcher desto größer ist, je näher der Punkt dem Aequator liegt: der Ort im Aequator selbst beschreibt einen größten Kreis, welcher also binnen 24 Stunden 5400 Meilen zurücke leget.

Die

Die Axe der täglichen Umdrehung der Erde steht aber auf der Ebene ihrer Bahn nicht senkrecht, sondern neiget sich vielmehr gegen selbige um einen Winkel von etwa 23° 30′ (m. s. **Schiefe der Ecliptik**). Diese schiefe Stellung der Erdaxe, welche in allen Stellen der Erdbahn gegen die Ebene derselben beynahe eine unveränderliche Neigung behält, und folglich fast jederzeit unter sich parallel bleibt, verursachet, daß sich die Ebene des Aequators mit der Ecliptik unter eben den Winkel von 23° 30′ zu durchschneiden scheinet; daher scheinet die Sonne etwa vom 21. März an bis den 21. Juni um $23\frac{1}{2}$ Grad über den Aequator in der nördlichen Halbkugel hinauf zu steigen, vom 21. September aber bis zum 21. December um eben so viele Grade in die südliche Halbkugel hinabzugehen. Hierin ist zugleich der Grund der Abwechselungen der Tageslängen und der verschiedenen Jahreszeiten auf unserer Erde zu suchen.

Die Ursache der Umdrehung der Erde um ihre Axe rührt nach der Annahme der Mathematiker von einer Kraft her, welche auf die Masse der Erde in einer Entfernung des 64ten Theils ihres Halbmessers von ihrem Mittelpunkte gewirket habe. Allein woher kam diese Kraft? Diese Frage gehörig zu entscheiden, scheint nicht ganz in unserer Gewalt zu stehen. Wenn man annimmt, daß ein Stoß oder eine andere mitgetheilte Bewegung im ersten Anfange diese Umdrehung verursachet habe, und daß diese nun in alle Ewigkeit vermöge der Trägheit mit gleichförmiger Geschwindigkeit erfolgen müsse, so ist man mit der Erklärung dieser Erscheinung freylich bald fertig; allein es entstehen nun noch größere Schwierigkeiten, einzusehen, wer oder was diesen Stoß applicirte oder die gleichförmig darauf erfolgte Bewegung mittheilte, und wie selbst die Bewegung beständig gleichförmig dauerte. **De la Metherie** *) meinet, es sey diese Kraft eine Folge der Kräfte, welche den Elementen, aus welchen die Erde bestehe, eigenthümlich zukomme. Diese besondern Kräfte befänden

*) Theorie der Erde. Leipzig 1797. 8. B. I. S. 53.

fänden sich nicht in einem vollkommenen Gleichgewichte unter einander, sondern es finde auf der einen Seite ein Uebermaß Statt, welches die Umwälzung der ganzen Masse um ihre Axe hervorbringe, und ihr zu gleicher Zeit die fortschreitende elliptische Bewegung mittheile. Allein die fortschreitende elliptische Bewegung kann unmöglich in den Kräften der Elemente der Erdmasse ihren Grund haben: denn die Metaphysik beweiset nur zwey Grundkräfte der Materie, nämlich anziehende und zurückstoßende Kraft. Vermöge der Anziehung haben die Elemente ein bloßes Bestreben, sich nach dem Mittelpunkte der Erde hinzubewegen, mithin gehen gegen diesen Punkt die Richtungen der Kräfte aller Elemente, wie auch die Erfahrung beweiset, und es kann folglich dadurch keine fortschreitende Bewegung erfolgen. Aber auch die zurückstoßende Kraft kann keine solche fortschreitende Bewegung zu Wege bringen; denn hätte die Zurückstoßung der materiellen Elemente ein Uebergewicht vor der Anziehung, so würden sich diese Elemente in alle Welt zerstreuen. Die fortschreitende Bewegung der Erde beruht, meiner Meinung nach, bloß auf den Anziehungen der himmlischen Körper gegen einander, wie ich bereits schon ausführlich hiervon unter dem Artikel **Centralkräfte** geredet habe. Ob aber die Umwälzung der Erde um ihre Axe von den Kräften der Elemente der Erdmasse herrühre, dieß scheint ebenfalls aus angeführten Gründen unwahrscheinlich zu seyn. Vielmehr scheint mir der Grund der Umwälzung der Erde um die Axe ebenfalls von der Anziehung der Weltkörper unter einander, und besonders von der Umdrehung derselben um ihre Axen abzuhangen. Bey der Voraussetzung der Umdrehung der Sonne um ihre Axe scheinen die Umdrehungen aller übrigen zum Sonnensystem gehörigen Weltkörper eine Folge zu seyn.

Die Erde wird in ihrer jährlichen Bahn um die Sonne durch die Anziehung der Weltkörper unter einander etwas gestöret, und eben daher rühren die Ungleichheiten in der scheinbaren Bewegung der Sonne, worauf bey der Berechnung ihres wahren Ortes aus den astronomischen Tafeln zu sehen ist.

Wenn

Wenn unsere Erde aus der Sonne betrachtet würde, so würde ihr scheinbarer Durchmesser etwa 17 Sekunden betragen. Da nun der scheinbare Durchmesser der Sonne in der zunehmenden Geschwindigkeit derselben etwa 32 Minuten beträgt, mithin ungefähr 113 Mahl größer als der Durchmesser der Erde erscheinet, so folgt, daß die Erdkugel

in Durchmesser 113 Mahl
an Oberfläche 12769 Mahl und
an körperlichen Raum 1442897 Mahl

kleiner als die Sonne ist.

Von dem Trabanten der Erde, oder von dem Monde, welcher von der Erde etwa 60 Erdhalbmesser entfernet ist, soll in einem eigenen Artikel gehandelt werden.

Uebrigens läßt sich noch aus den Gesetzen der Schwere die Dichtigkeit der Masse unserer Erde in Vergleichung mit der Dichte anderer Himmelskörper berechnen. So ist die Erde ungefähr 4 Mahl dichter als die Sonne, 5 Mahl dichter als Jupiter, 10 Mahl dichter als Saturn u. s. f.

Nach obigen Bestimmungen war die Oberfläche der Erde im Quadratmaß auf 9282060 geographische Quadratmeilen gefunden. Dieß ist aber nur zu verstehen, wenn man sich die Meeresfläche allenthalben erweitert vorstellet. Da aber das feste Land mehrere Unebenheiten besitzet, so würde die angegebene Größe der Oberfläche freylich eigentlich größer seyn; allein dieß kann hier in keine sonderliche Betrachtung kommen, zumahl da es uns unmöglich ist, hierüber richtige mathematische Resultate zu bestimmen.

Den kleinsten Theil auf der Oberfläche der Erde machen zwey Stücke festen Landes aus, welche gewisser Maßen als unregelmäßig gebildete aus dem Wasser, welches den größten Theil der Erde umgibt, hervorragende Inseln zu betrachten sind. Das erste Stück des festen Landes war schon den Alten bekannt, und heißt daher auch die **alte Welt**. Es begreift dieses die bekannten drey Welttheile, **Asien**, **Afrika** und **Europa** in sich. **Europa** liegt größtentheils in der nördlichen gemäßigten Zone des Polarkreises, und es erstreckt

sich nur ein geringer Theil über den Polarkreis in die nördliche kalte Zone hinaus. Es bedeckt ungefähr den 54ten Theil der Erdfläche. **Asia** grenzt an der Ostseite an Europa, erstreckt sich mit einem Theile in die nördliche gemäßigte Zone, mit einem andern in die kalte Zone, und mit einem dritten in die heiße Zone. Es bedeckt ungefähr den 14ten Theil der Erdfläche. **Afrika** fällt größtentheils südwärts von Europa in die heiße Zone, nur ein kleiner Theil erstreckt sich in die gemäßigten beyden Zonen. Es bedeckt etwa den 17ten Theil der Erdfläche.

Das zweyte Stück wurde im Jahre 1492. von **Christoph Colom** entdeckt, und heißt die **neue Welt**, oder von dem Florentiner, **Amerigo Vespucci, Amerika**. Es wird dieses durch die in der Mitte befindliche schmale Landenge bey Panama in zwey besondere Theile in **Nord**- und **Südamerika** eingetheilet, und erstreckt sich von der nördlichen kalten Zone durch die gemäßigte nördliche, durch die heiße, und mit einem großen Stücke durch die südliche gemäßigte Zone. Es begreift ungefähr den 16ten Theil der Erdoberfläche. Da das südwärs von den Molucken gelegene **Neuholland** eine sehr große Insel ist, und an Größe beynahe Europa gleich kömmt, so hat Herr **Forster** *) selbige als ein drittes Stück festen Landes auf der Erdfläche betrachtet.

Verschiedene neuere Geographen haben die zwischen Asien und Amerika im stillen Meere oder Südmeere gelegenen häufigen Inseln als einen neuen oder fünften Welttheil unter dem Nahmen **Australien** oder **Polynesien** betrachtet. Es besteht dieser Welttheil aus **Neuholland**, **Neu-Guinea**, dem **Lande der Papuas**, **Neu-Britannien**, **Neu-Irland**, **Louisiade**, **Neuseeland**, den zwischen und nahe an den Wendekreisen etwa vom 90ten bis 180ten Grad westlicher Länge zerstreueten **tropischen Inseln**, und einigen unfruchtbaren Inseln im südlichen Eismeere.

*) Bemerkungen über Gegenstände der physikalischen Erdbeschreibung ꝛc. aus dem Engl. von Ch. Forster. Berlin 1783. 8.

meere. Merkwürdig ist es übrigens, daß alle große Stükken vom festen Lande gegen Süden in Spitzen mit hohen Vorgebirgen sich endigen, welche ostwärts Inseln, westwärts aber große Buchten oder Meerbusen neben sich haben. Der Anblick ist beynahe so, als wenn eine von Süden hereingebrochene Wasserfluth dem trockenen Lande seine Gestalt gegeben habe.

Herr **Bode** gibt nach einer vom Herrn **Klügel** [α]) und **Tempelmann** [β]) genommenen Rechnung den Flächenraum

von	Europa	171834	geographische Quadratmeilen
—	Asien	641093	— — —
—	Afrika	531638	— — —
—	Amerika	572110	— — —
—	Neuholland	143000	— — —
	Summe	2059675	geographische Meilen.

Wenn man nun noch die übrigen Inseln auf eine Million Quadratmeilen rechnet, so würde doch nur die Oberfläche des festen Landes auf der Erde 3059675 geographische Quadratmeilen betragen. Zieht man diese von der ganzen Oberfläche der Erde ab, so würden 7222385 Quadratmeilen mit Wasser bedeckt seyn. Es beträgt folglich das feste Land noch nicht ein Mahl $\frac{1}{3}$ von der Oberfläche unserer Erde [γ]).

Es ist bekannt genug, daß sich von der Erdoberfläche Vorstellungen durch Hülfe mathematischer Zeichnungen geben lassen, wovon mit mehrerem unter dem Artikel **Landkarten.** Die Vorstellung auf zwey Bogen geben: hemisphère septentrional et meridional, dressé en 1754 p. M. le Comte *de Redern*, executé par l'ordre de l'Académie à Berlin 1762; Eastern and Western Hemisphere Lond. by *Jefferies* and *Faden* 1773. 1775. Von der südlichen Halbkugel allein von **Vaugondy** unter dem

α) Encyclopädie. Th. II. S. 422.
β) New survіew of the globe in 35 Kupfertafeln.
γ) Joh. El. Bode Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel.

dem Titel: Hemisphère austral ou antarctique etc. dressé sous les yeux de M. le duc *de Croy*. 1773; Hemisphère superieur et inferieur de la Mappemonde, projettés sur l'horizon de Paris par le P. *Chrysologue de Gy*. Paris 1778. 2 Bogen; die südliche und nördliche Erdoberfläche, auf der Aequatorialfläche entworfen von **Christlieb Bened. Funk.** Leipz. 1781. auf 2 Bogen, nebst einer Anweisung zum Gebrauch; Beschreibung und Gebrauch einer auf den Horizont von Berlin entworfenen Weltcharte in 2 Planisph. von **J. E. Bode.** Berlin und Stettin 1793. gr. 8.; A Map of the World on a globular Projection, exhibiting particularly the nautical Researches of Capit. *J. Cook*, with all recent discoveries for the present time, carefully drawn by *A. Arrowsmith* auf Velinpapier, mit dieser Abhandlung begleitet: A Companion to a Map of the World Lond. 1795. 4. worin die Projektionsart und die Methode der Zeichnung erkläret, die Messung der Entfernungen der Oerter auf der Karte gelehret, die Höhe der beträchtlichsten Berge, die Größe der Flüsse, die neuesten Bestimmungen der Größe und Figur der Erde u. s. f. angegeben werden.

Aus der äußern Gestalt des festen Landes unserer Erdkugel läßt sich unmöglich auf das Innere schließen. Selbst die tiefsten Bergwerke, welche doch noch immer um ein Beträchtliches höher als die Meeresfläche liegen, und deren Tiefe folglich nur einen ganz unbeträchtlichen Theil von der Länge des Erdhalbmessers ausmacht, sind keines Weges Mittel, aus den darin angestellten Erfahrungen Schlüsse auf die innere Beschaffenheit der Erde zu machen. Indessen bleiben die in selbigen vorgefundenen Produkte dem nachdenkenden Naturforscher immer merkwürdig, indem sie wenigstens unläugbare Beweise von dem allmähligen Entstehen der Erdrinde abgeben, und die Geschichte der Erde ungemein unterstützen können.

Man mag auf der Oberfläche der Erde, wo man will, eingraben, so wird man verschiedene über einander liegende Schich-

Schichten oder Lagen von mancherley Erd- und Steinarten finden, die wenigstens ungefähr horizontal laufen. Die oberste Schichte besteht gemeiniglich aus der so genannten **Garten- oder Dammerde**, worin die Pflanzen wachsen, und welche eine Mischung von mehreren von einander verschiedenen Substanzen ist, nämlich von verfaulten vegetabilischen und thierischen Körpern, die mit der Erde des Erdbodens vermengt sind; bisweilen wird jedoch dergleichen Dammerde in einer ziemlichen Tiefe unter andern Schichten gefunden, und es sind die Schichten nicht alle Mahl nach ihren specifischen Schweren über einander geordnet, wie man dieß am öftern beym Brunnengraben beobachtet hat. So fand man z. B. bey Grabung eines Brunnens bey Amsterdam, welcher eine Tiefe von 116 Ellen hatte, daß die ersten 50 Ellen des Bodens aus Dammerde, aus Sand, Torf und Thon bestanden, hierauf kam eine Lage von Sand, welcher mit Muschelschalen vermischt war, 4 Fuß dick; hierauf folgte eine Lage Lehm, und endlich eine Lage Sand; die letztere hatte eine Dicke von 31 Fuß, und die vorletztere eine von 102 Fuß.

Alle diese Schichten haben das Ansehen, als wenn Wasser mit verschiedenen ungleichartigen Materien vermischt mehrere Mahl durchs Stehen diese ungleichartigen Materien als Bodensätze abgesetzet hätte. Sind diese Schichten wirklich so entstanden, so muß man schließen, daß das trockene Land zu verschiedenen Mahlen mit Wasser überdecket gewesen sey, das verschiedene ungleichartige Körper bey sich führte, die sich zu verschiedenen Zeiten als Bodensätze festgesetzet haben. Daß dergleichen Schichten auf angezeigte Weise entstanden sind, lehret beynahe die tägliche Entstehung von solchem Lande. Denn die freye Luft, die Witterung, die Kälte und besonders die Regengüsse geben ununterbrochen Gelegenheit, daß kleinere oder größere Stücken Felsen, Erde, Sand u. d. g. von hohen Bergen herabgeführet werden, und so die erhabenen Gipfel der Berge niedriger machen; der Regen schwemmt dann diese Theile mehr oder weniger

niger weit fort, bis sie auf einen sanften Abhang des Berges gekommen sind, wo sie eine längere Zeit liegen bleiben; nach und nach werden sie aber von den Wassern weiter fortgerissen, und in Flüsse übergeführet; dadurch müssen nothwendig die Ebenen höher werden und verschiedene Schichten über einander entstehen. Ein Theil von den herabgeschwemmten Stücken wird nach und nach bis in den Schoos der Seeen und Meere fortgeschwemmt, und die Betten derselben werden auf diese Art erhöhet. In einer langen Reihe von Jahren wird natürlich dadurch verursachet, daß sich das feste Land eine sehr große Weite tiefer ins Meer hinein erstrecke; und eben daher erkläret es sich, daß in beträchtlichen Tiefen eine Menge von Conchylien, Seemuscheln u. d. g. gefunden werden, welches sehr wahrscheinlich die Vermuthung zurück läßt, daß sonst daselbst Meergrund gewesen ist. So war z. B. Damiette im 12ten Jahrhunderte ein Hafen, wo Ludwig IX. landete; jetzt ist aber dieser Ort sehr weit vom Meere entfernet. Eben so verdankt ein Theil der Lombardey seine Entstehung solchen gebildeten Erdreichen; der Po hat eine ungemein große Menge Steine von Felsen, die an höhern Orten stehen, in dieses Land gebracht, und darin abgesetzt; **Ramazzini** berichtet, daß, wenn man bey Modena 14 Fuß tief in die Erde gräbet, man Ueberbleibsel einer alten Stadt, Häuser, gepflasterte Straßen u. s. f., dann aber eine ziemlich feste Erde, unter dieser eine feuchte Erde, welche mit vielen Pflanzenkörnern vermischt ist, findet; in einer Tiefe von 26 Fuß aber, setzt er hinzu, trifft man ganze Bäume an, z. B. Nußbäume mit ihren Früchten und sehr viele Aeste und Blätter, und noch 2 Fuß tiefer eine sehr zarte Kreide, welche mit sehr vielen Muschelschalen vermengt ist; diese Kalkloge ist 11 Fuß dick, und unter derselben finden sich wieder Aeste, Blätter und ganze Pflanzen; auf diese Art wechseln, bis zu einer Tiefe von 63 Fuß, Kreideschichten und Lagen von einer feuchten mit Pflanzentheilen vermengten Erde mit einander ab; dann aber kömmt eine Schicht von Sand, welche

mit größeren Steinen und mit Muschelschalen, die denen gleichen, die man an den Küsten des italiänischen Meeres findet, vermischt ist; auch findet man Knochen, Steinkohlen und Stücke Eisen in diesem Erdreiche und **Ramazzini** vermuthet daher, daß sich der venetianische Meerbusen sonst bis nach Modena und vielleicht noch weiter erstrecket habe, und daß in der Folge nach und nach dieses Erdreich durch Flüsse und vielleicht durch Austreten des Meeres an diesen Ort gebracht worden sey.

Aehnliche Betrachtungen lassen sich auch bey der Entstehung der verschiedenen Gebirge anstellen, welche offenbar in verschiedene Zeiten fallen. Bey den ursprünglichen Gebirgen, welche gleichsam den Kern aller Gebirgsketten ausmachen, nimmt man keine solche Schichten mit Seeprodukten vermengt wahr, und sie bestehen größtentheils aus Granit; hingegen geben die zweyte Hauptklasse der Gebirge oder die so genannten Flözgebirge unläugbare Spuren der unter dem Wasser geschehenen Entstehung an, und ihre ganze Bildung mit den darin befindlichen Seeprodukten beweisen, daß sie nichts weiter sind als Bodensätze des Wassers, welche vermuthlich in verschiedenen Perioden gebildet sind. Bey der dritten Hauptklasse von Bergen, welche größtentheils aus Sandstein und Mergelschichten bestehen, findet man zwar keine Seeprodukte, aber desto häufiger versteintes Holz, Abdrücke von Knochen der Landthiere und Pflanzen u. s. w. Die vierte Hauptklasse der Gebirge zeigt offenbar ihren vulkanischen Ursprung. M. s. **Berge.**

In Ansehung der innern Beschaffenheit unserer Erde, von welcher wir gar keine Erfahrung haben können, hat man von jeher verschiedene Meinungen gehabt. Manche haben sich das Innerste als eine ungeheuere Höhlung vorgestellet, andere haben ein Centralfeuer, andere Wasser, noch andere einen Magnet u. s. in der Mitte der Erde angenommen. Wenn man die Sache so betrachtet, wie es den Gesetzen der Schwere gemäß ist, so muß man annehmen, daß die Masse gegen den Mittelpunkt der Erde zu in der Dichtig-

keit immer mehr zunehme, welches auch die Beobachtungen des Herrn **Maskelyne** bey dem Berge Shehallien in Schottland zu beweisen scheinen, wovon mit mehrerem unter dem Artikel **Gravitation**.

Von der Entstehung und Bildung der Erde hat man von jeher sehr viele Hypothesen aufgestellet. Herr **Lichtenberg** [α]) gibt funfzig dergleichen an, und es läßt sich in Wahrheit bey den meisten der Ausspruch des unsterblichen **Jerusalems** [β]) anwenden: **die Armseligkeit unserer Philosophie wird nie sichtbarer, als wenn wir uns damit abgeben, Schöpfungsplane zu machen.**

Viele von denen, welche in den ältesten Zeiten lebten, nahmen überhaupt ein **Chaos** an, aus welchem durch die Wirkung der Elemente eine Trennung erfolget sey, wodurch alles seine gehörige Stelle erhalten habe. Andere, besonders die Aegyptier und alten Griechen, glaubten, daß unsere Erde aus Wasser bestanden habe, welches sich allmählig verminderte, und in Abgründe oder Höhlen trat, worauf fester Boden zum Vorschein kam und Pflanzen und Thiere entstanden. Auch meinten sie noch, daß bey Gelegenheit das Wasser aus den Abgründen wieder hervortreten und Ueberschwemmungen hervorbringen könnte, daß aber endlich das Wasser an der Oberfläche der Erde verschwinden und der Erdkörper sich entzünden würde. Diese letzte Meinung trägt **Ovid** [γ]) in folgenden Versen vor:

> Nil equidem durare diu sub imagine eadem
> Crediderim; sic ad ferrum venistis ab auro
> Secula; sic toties versa est fortuna locorum.
> Vidi ego, quod fuerat quondam solidissima tellus,
> Esse fretum; vidi factas ex aequore terras
> Et procul a pelago conchae iacuere marinae;
> Et vetus inuenta est in montibus anchora summis;
> Quodque fecit campus, vallem decursus aquarum
> Fecit, et eluuie mons est deductus in aequor.

Eine

α) Geologische Phantasien im götting. Taschenbuche für 1795. S. 79 f.

β) Fortgesetzte Betrachtung über die vornehmsten Wahrheiten der Religion. S. 50.

γ) Metamorphos. lib. XV. vers. 259 f.

Noch eine andere Meinung der Alten, welche sich in Asien sehr ausgebreitet hatte, war die der Braminen, welche glaubten, daß anfänglich die Erde durch Feuer entzündet sey und gebrannt habe. Diese Meinung ist in der Folge von den Stoikern und andern griechischen Philosophen vertheidiget worden, und hat selbst unter den Neuern Anhänger gefunden. **Justin** [α]) gedenkt der leztern beyden Meinungen mit deutlichen Worten: er sagt da, wo er von den Scythen redet, und die Frage untersuchet, ob dieses Volk älter sey, als die Aegyptier: ceterum si mundi partium aliquando vnitas fuit, siue illuuies aquarum principio rerum terras obruptas tenuit, siue ignis, qui et mundum genuit, cuncta possedit, vtriusque primordii Scythas origine praestare.

Leucipp, Demokrit und **Epikur** hielten dafür, daß die Welt aus Atomen entstanden sey, welche beständig in einer lothrecht fallenden Richtung gewesen seyn, durch irgend einen Zufall aber in dieser lothrechten Richtung gestöret, zusammengetreten, und auf diese Weise die Körper erzeuget haben.

Nach **Descartes** [β]) gab es vor der Schöpfung der Welt einen Klumpen von ungemeiner Härte, welchen Gott durch seine Allmacht zerschlug, und den Theilen desselben eine Bewegung gab. Nachdem sich solchergestalt die bewegten Theile an einander rieben, so entstanden eine Menge kleiner Kugeln, grobe eckige Stücke, welche von den größern Stücken abgestoßen wurden, indem sie sich an einander rieben, und eine ganz feine subtile Materie. Dieß sind seine drey Elemente, woraus er die Welt entstehen läßt. Die subtile Materie, oder das erste Element, bildete die Sonne nebst den übrigen Fixsternen; die kleinen Kugeln, oder das zweyte Element, gaben den Aether oder die Materie zu den Wirbeln; die eckigen Körper endlich, oder das dritte Element, welche zur Bewegung nicht geschickt genug waren, aber sich desto fester mit einander verbinden konnten, waren der Stoff zu den Planeten

α) Lib. II. cap. I.
β) Principia philosophiae im 2ten Bande seiner oper.

ten und Kometen. Seiner Meinung nach ist unsere Erde vormahls ein Stern gewesen mit einem eigenen Wirbel, der mit vieler grober Materie angefüllet war, die nachher eine dunkele Rinde um selbigen bildete, aus welcher nur hier und da das Centralfeuer hervorgebrochen sey. In diesem Zustande sey sie von dem Wirbel der Sonne ergriffen worden. Dadurch wären nun zuerst die gröbsten Theile des dritten Elementes in der Erdrinde herabgestürzet, und hätten die Erdschichten und das Wasser gebildet. Weil aber die feinsten Theile des dritten Elementes, welche über dem Wasser sich befänden, nicht ganz von den gröbern befreyet werden konnten, so entstand von ihnen ein Bette über dem Wasser, welches nachher einstürzte, und Erhöhungen und Vertiefungen auf der Erdfläche bildete. Auf eben diese Art sucht er auch die Entstehung der Metalle, Salze, Vulkane, Quellen u. s. zu erklären.

Thomas Burnet *) glaubt, daß die vom Moses erzählte Schöpfungsgeschichte unsere Erde allein angehe, welche lange nach der übrigen Welt erst hervorgebracht sey. Anfänglich habe unsere Erde die Gestalt eines flüssigen Chaos von allerley Materien als ein verworrenes Gemisch gehabt, wovon die gröbsten und schwersten niedergesunken seyn, und den Kern der Erde ausgemacht haben. Die leichtern Theile hätten sich wieder in zwey andere Lagen begeben, die gröbern hätten sich nämlich um den Kern der Erde gelegt, und das Wasser gebildet, die leichtesten aber wären aufgestiegen, und hätten die Luft ausgemacht. Die Luft selbst hätte noch viele grobe irdische Theile enthalten, und sey daher dunkel gewesen; nachdem aber diese Theile herabgefallen wären, so hätten sie nicht allein der Luft ihre Durchsichtigkeit gegeben, sondern sie hätten sich auch mit den ölichten Theilen auf der Oberfläche verbunden, und auf diese Weise die obere Erdrinde gebildet. So war nun die Erde eben, ohne Meer und ohne Berg, ohne Wechsel der Jahreszeiten u. s. f. Nach 1600 Jahren aber

*) Telluris theoria sacra, orbis nostri originem et mutationes, quas aut iam subiit aut subiturus est, complectens. Lond. 1681. 4.

aber war die Erdrinde so ausgetrocknet, daß sie nunmehr zu reissen anfing, und in Stücken zerbrach, welche sich in das Wasser hinabstürzten und zugleich eine Menge Luft mit sich nahmen, wodurch das Wasser desto mehr empor stieg, und so die mosaische Sündfluth verursachte. Nachher fand das Wasser Abflüsse in unterirdische Höhlen, und verließ daher einen Theil der eingestürzten Erdrinde, wodurch die Unebenheiten, als Thäler mit abwechselnden Bergen, entstanden, welche gleichsam die Trümmern der eingestürzten Erdrinde vorstellten. Daher erhielt nun die Erde die jetzige Gestalt.

Der Herr **von Leibnitz** [α]) ist der Meinung, daß unsere Erde aus einem geschmolzenen und ausgebrannten Körper entstanden sey. Nach dem Verlöschen habe sich das Licht abgesondert, und dieß sey der Anfang der Schöpfung. Die durch die Hitze verglaseten Schlacken machten die Erdrinde aus, in welcher beym Erkalten Blasen und Erhöhungen, d. i. Höhlen und Berge entstanden. Nachdem nun die Oberfläche erkaltet war, so fielen die Dünste aus der Atmosphäre herab, und bedeckten dadurch die Erde mit Wasser, welches die Salze auflösete, und daher das salzige Seewasser verursachte. Nachdem die Erde noch mehr abkühlte, entstanden große Risse in der Erdrinde, wodurch das Wasser zum Theil ablief, und daher Länder zum Wohnplatze der Menschen entstanden. Nachher stürzten sich die höchsten Theile, welche schon mit Wasser bedeckt, und daher mit Conchylien angefüllet waren, auf ein Mahl nieder, fielen in die mit Wasser bedeckten Tiefen, welches nun zum zweyten Mahle hervordrang, und die Erde überschwemmte, bis sich wieder neue Höhlungen öffneten, in welche das überflüssige Wasser abfloß.

William Whiston [β]) glaubet, daß die Erde vor der Schöpfung oder Umwandlung, welche von Moses erzählet wird, ein wüstes Chaos, oder ein ausgebrannter Komet gewesen

α) Protogaea s. de prima facie telluris et antiquissimae historiae vestigiis in ipsis naturae monumentis diss. in act. erud. Lips. an. 1693.

β) A new theory of the earth. Cambridge 1738. 8.

wesen sey, aus welchem die Erde in 6 Jahren, so wie sie jetzt ist, ausgebildet worden. Nach ihm gab Gott der Erde die bestimmte Laufbahn; und es senkten sich nun die Theile des Schweifes gegen den Kern, welchen Masse und Luft umgaben. Die schwersten Theile der Erde sanken am tiefsten. Wegen des geschwinden Sinkens erhielt die Erdrinde eine ungleiche Dicke, und die schwersten Theile sanken tiefer; daher entstanden Erhöhungen und Vertiefungen auf der Erdfläche, in welchem letztern sich zum Theil das Wasser sammelte, der andere Theil aber, Thäler, Höhlen, Plänen u. s. bildete. Nach und nach reinigte sich auch die Luft von Dünsten, so daß im dritten Jahre durch die Wirkung der Sonnenwärme Pflanzen wuchsen, im vierten Jahre die Gestirne hervorkamen, und im fünften und sechsten Jahre Thiere und Menschen geschaffen wurden. Nach 600 Jahren näherte sich ein anderer Komet der Erde, dessen Schweif sich in Regengüssen herabstürzte; dadurch erhob sich an mehreren Stellen das Wasser, und es entstanden die großen Bergketten. Nachdem sich nun dieser Komet von der Erde wieder entfernte, so wurde das Wasser theils durch die entstandenen Tiefen und Höhen abgeleitet, theils sammelte es sich aber in eine Hauptvertiefung, welche das Meer bildete. Nun vertrockneten aber zum Theil die Landseeen, und ließen daher auf dem Lande Schalthiere zurück.

Nach **John Woodward** *) war unsere Erde eine Wasserkugel, welche eine harte Rinde umgab. Die Sündfluth erkläret er als Wunder. Er nimmt nämlich an, daß der Schöpfer auf ein Mahl die Schwere und den Zusammenhang aufgehoben habe, wodurch sich alles auflösete; nur allein die Thiere blieben wegen der Verflechtung ihrer Fibern von dieser allgemeinen Auflösung befreyet. Nachher, meinet er, sey die Schwere wiedergekommen, worauf die verschiedenen Materien nach ihren specifischen Schweren niedergesunken wären,

*) Historia natur. telluris Lond. 1695. 8. und essay towards a natural history of the earth and terrestrial bodies. Lond. 1733. übers. Erfurth 1746. 8.

wären, und verschiedene Schichten gebildet hätten, in welche sich zugleich die unorganisirten Theile mit hinbegeben hätten. Diese neue Rinde zerbrach wieder von neuem an verschiedenen Stellen, wodurch das überflüssige Wasser ablaufen konnte, und Erhöhungen und Vertiefungen auf der Erdfläche entstanden.

Nach **John Ray** *) wurden die schwereren festen Theile im anfänglichen Chaos abgesondert, sie senkten sich in die Tiefe und vereinigten sich zu einem Ganzen, das mit Wasser umgeben war. Es seyn nämlich bey der Schöpfung durch unterirdische Dünste und Winde Erdbeben entstanden, wodurch Berge und das trockene Land empor gekommen wäre, und das Wasser in Vertiefungen sich zusammen gesammelt habe. Aus den Spalten der Erdrinde, welche daher entstanden wären, sey unterirdisches Feuer hervorgebrochen, welches neue Vulkane gewirket, und Höhlen in der Tiefe verursachet habe. Die Sündfluth sey eine natürliche Folge von einer geringen Verrückung des Schwerpunktes der Erde gewesen, und habe auf der Erdfläche große Veränderungen nach sich gezogen, indem sie Länder aufs Trockene gebracht hätte, welche sonst Meergrund gewesen wären.

Johann Scheuchzer ♂) stellt sich vor, daß die Erde aus einer trüben und ungleichartigen flüssigen Materie gemacht sey, deren verschiedene ungleich schwere Theile sich nach den Gesetzen der Schwere von einander abgesondert, und in cirkelförmigen Lagen gesetzet hätten, deren allgemeiner Mittelpunkt der Mittelpunkt der Erde wäre; und diese Absonderung selbst hätte die Flüssigkeit aufgehoben. Da aber die Berge den Begriff von der Flüssigkeit der Erde ganz aufzuheben scheinen, indem sich das Flüssige in wagrechte und parallele Lagen setze, so nahm er an, daß nach einer allmähligen Bildung der Erde durch Niedersinken im Wasser

*) Physico-theological discourses concerning the primitive Chaos, the general deluge and the dissolution of the world Lond. 1692. 1713. 8. übers. von Theodor Arnold. Leipz 1732.

♂) Histoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris an. 1708.

Wasser und nach einer zweyten Ueberschwemmung der Schöpfung durch seine Allmacht die steinigen Schichten der Erde empor gehoben und verschoben habe, wodurch die Berge mit parallelen aber nicht horizontalen Schichten entstanden, und die Gewässer wieder in die Vertiefungen zurückgetreten wären.

Dr. **Hook** α) sucht die Veränderung der Erdfläche aus den Erdbeben herzuleiten. Durch ihre Wirkungen seyn beträchtliche Theile der Erde aus dem Meergrunde emporgehoben, ohne daß ihre Schichten und die darauf befindlichen Berge auf irgend eine Weise wären verletzet worden. Außerdem könne auch die Oberfläche der Erde durch reissende Wasserströme, Sturmwinde und allmähliges Herabsinken der schweren Theile eine Aenderung erlitten haben. Nach seiner Meinung soll die Erde besonders durch das Erdbeben in Ansehung ihres Schwerpunktes verrückt seyn, wodurch die Erde eine ganz andere Richtung in der Bewegung um ihre Axe erhalten habe. Diese Hypothese hat **Raspe** β) weiter ausgeführet, und hier und da verbessert.

Anton Lazaro Moro γ) leitet die Entstehung der Erde aus der Wirkung des unterirdischen Feuers her. Hierzu gaben ihm vorzüglich die Entstehung einer neuen Insel im Archipelago am Meerbusen der Insel Santorin im Jahre 1707, und des Montenuovo bey Neapel im Jahre 1538 Veranlassung. Er meinet nämlich, der ganze trockene Erdboden sey durch unterirdisches Feuer entstanden. Er stellt sich vor, daß bey der Schöpfung in der Mitte der Erde das Centralfeuer von einer dicken Erdrinde, auf welcher sich 175 Toisen hoch Wasser befunden hätte, eingeschlossen gewesen wäre. Diese dicke Erdrinde habe das Centralfeuer hier und da durchbrochen, und vulkanische Materie um sich geworfen, wodurch

α) Posthumous Works. Lond. 1705. fol.

β) Specimen historiae naturalis globi terraquei praecipue de nouis e mari natis insulis. Amst. 1763. 8. maj.

γ) De' crostacei e degli altri marini corpi, che si trovano su monti. libri due in Venez. 1740. 4. Neue Untersuchungen der Veränderungen des Erdbodens von A. L. Moro a. d. Ital. Leipz. 1751. 8.

wodurch das Meer salzig geworden, so daß es nunmehr Pflanzen und Seethiere erhalten konnte. Auch seyn durch dieses Hervorbrechen des Centralfeuers Berge aus dem Meergrunde emporgehoben worden, welche nur Schichten aber keine Seeprodukte enthielten. Durch die ausgeworfenen vulkanischen Materien sey das Land fruchtbar geworden, so daß es nunmehr Menschen und Thiere bewohnen konnten. Nach dieser Zeit habe auch das Centralfeuer Berge mit Seeprodukten angefüllt in die Höhe gebracht, und nach und nach die Erdschichten in den Thälern, Plänen u. s. f. bewirket. Auch hätten nachher die Vulkane durch ihre Wirkungen verschiedene lokale Veränderungen veranlasset, z. B. da Berge erhoben, wo keine waren, andere versenkt u. s. f. wodurch Thiere veränderte Wohnplätze erhalten hätten, und eben daher erkläre es sich, warum in den Nordländern so viele Elephantenknochen aus der Erde herausgegraben werden, und an so vielen Oertern versteinerte Ammonshörner sich finden, deren lebende Originale nicht mehr angetroffen werden. Mit dieser Hypothese hat die des von Herrn **Keßler von Sprengseysen** α) sehr viele Aehnlichkeit, nur hat dieser mehr Rücksicht auf die mosaische Erzählung genommen.

Bourguet β) meinte, daß die Lage und Gestalt der Berge eine sehr große Aehnlichkeit mit den Festungswerken hätten, bey welchen beständig einwärtsgehende und hervorspringende Winkel mit parallelen Schenkeln einander gegenüberstehen. Die Entstehung der Berge erkläret er aus den Strömen des ehemahligen Meeres, eben so wie bey den Biegungen der Flüsse Winkel mit parallelen Schenkeln gegenüberstehen, und meinte, daß man in allen Schichten und Bergen Conchylien anträfe.

Nach der Meinung des **Abbe Plüche** γ) sind bey Entstehung der Erde die Ebenen des Aequators und der Ecliptik zusam-

α) Untersuchung über die jetzige Oberfläche der Erde, besonders der Gebirge Leipz. 1787. 8.

β) Lettres philosophiques sur la formation des sels et des cristaux à Amst. 1729. 12mo.

γ) Spectacle de la nature à la Haye 1738. 8. Tom. III. P. 2.

zusammengefallen. Hieraus sey ein beständiger Frühling erfolget; auch habe das Meer zum Theil in unterirdischen Höhlen versteckt gelegen. Der Schöpfer habe aber die Axe gegen die nördlichen Gestirne plötzlich hingelenket, und dadurch sey die Sonnenhitze ganz auf die eine Halbkugel gefallen; diese habe alsdann gewaltsame Ausdehnungen der Luft verursachet, wodurch Sturmwinde entstanden wären, die in die unterirdischen Höhlen eingedrungen wären; zugleich sey aber auch das Wasser aus der Atmosphäre in stürmischen Regengüssen herabgefallen. Hiervon sey die Wirkung gewesen, daß die Erde in Stücken zerrissen sey, welche in die Tiefe versunken wären, und dadurch das unterirdische Wasser in die Höhe getrieben hätten; und eben daher sey die Sündfluth entstanden. Nachher soll das Wasser theils durch Ausdünstung, theils durch Ablauf in unterirdische Höhlen die Erde aufs Trockene gebracht seyn, und für Thiere und Menschen wieder wohnbar gemacht haben. Uebrigens meinet er, daß man noch die Erdschichten, als Ueberbleibsel des alten Baues, und hier und da Spuren der Veränderungen, welche der Einsturz und das Wasser bewirket habe, antreffe.

Johann Gottlob Krüger *) ist der Meinung, daß die Gestalt, welche unsere Erde jetzt besitzet, durch dreyfache Veränderungen erfolget sey. Zuerst war sie überall mit Wasser umgeben, in welchem die Schalthiere lebten, und dadurch erhielt sie zugleich die sphäroidische Gestalt; nachher wurde sie entzündet, wodurch die Conchylien gekocht, und in verschiedene geschmolzene Materien gleichsam eingegraben wurden. Zuletzt endlich wurden die Berge, Thäler, Plänen, Hügel u. d. g. durch die Wirkungen der Erdbeben hervorgebracht.

De Maillet β) glaubt, daß die Erde anfänglich eine Sonne gewesen, und ausgebrannt sey; sie habe sonst die Stelle

*) Geschichte der Erde in den ältesten Zeiten. Halle 1746. 8.

β) *Telliamed*, ou entretiens d'un philosophe Indien avec un Missionaire françois sur la diminuation de la mer. nouvel. edit. à la Haye 1755. Tom. II. 12.

Stelle der jetzigen Sonne eingenommen, sey aber auf ein Mahl in eine sehr große Entfernung von derselben fortgeworfen worden, wobey sie zugleich mit Wasser von den Planeten überströmet sey. Dieß erhaltene Wasser dunste nun täglich immer mehr aus, und nehme so lange ab, bis zuletzt die Erde, die dem Mittelpunkte näher komme, ganz vertrocknet, und dann wieder zur brennenden Sonne werden wird. Das Meer senke sich jetzt in 1000 Jahren um 3 Fuß. Aus dem Wasser selbst sollen alle Pflanzen, ja selbst die Thiere und Menschen hervorgegangen seyn, welche anfänglich Bewohner des Meeres waren. Die Berge auf der Erdfläche seyn allein von den Bodensätzen des alten weit höheren Meeres und ihre Unebenheiten von den Meerströmen entstanden. Die Mineralien und Metalle sollen ihren Ursprung von dem ehemahligen Brande erhalten haben. Uebrigens hat er sich bemühet, aus sehr guten auf Beobachtungen sich stützenden Gründen zu beweisen, daß unser festes Land ehedem Meeresgrund gewesen sey.

Der Graf **von Büffon** *) macht sich von der Entstehung der Erde folgende Vorstellung: es sey ein Mahl ein Komet schief gegen die Sonne gefallen, und habe von ihr den 650ten Theil abgestoßen, und den abgestoßenen Stücken die Umdrehung um ihre Axe nach eben der gestoßenen Richtung mitgetheilet. Diese Stücke hätten nun vermöge der Schwere sich central zu bewegen angefangen, und wegen der Umdrehung um ihre Axe die abgeplattete Gestalt erhalten. Ein solches Stück sey nun unsere Erde gewesen, welches folglich anfänglich glühend und im Schmelzen gewesen, nach und nach aber erkaltet und hart geworden sey. **Büffon** berechnet, daß das Glühen der Erde 3000, und die Hitze, wobey man die Erde noch nicht hätte berühren können, 34000 Jahre gewähret habe. Beym Erkalten der glühenden Erde sollen sich die ursprünglichen Bergketten und Höhlun-

*) Histoire naturelle générale et particulière T. I. théorie de la terre, imgl. mit beträchtlichen Abänderungen supplement. Tom. IX et X. Paris 1778. 8.

Höhlungen gebildet haben, so wie ungefähr bey glühenden verglaseten Materien nach dem Erkalten Blasen und äußere Erhöhungen entstehen, wobey zugleich in den Höhlen die Metalle sich als Sublimat angeleget hätten. Da nun die Erde in einem Zeitraume von ungefähr 25000 Jahren so heiß gewesen sey, daß die Hitze das Wasser in einem beständigen dampfförmigen Zustande habe erhalten können, so habe sich das ganze Meer als Dampf in der Atmosphäre befunden. Erst nach dieser Zeit sey es nach und nach in tropfbarer Gestalt auf die Erde herabgefallen, und habe die Erdfläche auf 2000 Toisen hoch bedecket, so daß nur die Gipfel der höchsten Berge noch hervorgeraget hätten. In diesem noch nicht ganz erkalteten Meere sollen sich nun Schalthiere in ungeheuerer Menge erzeuget haben, und selbst andere Thiere entstanden seyn, die jetzt nicht mehr anzutreffen wären. Vermöge des starken Drucks des Wassers habe es endlich die Erdrinde durchbrochen und in die unterirdischen Höhlen sich ergossen. Hierdurch entstand nun trockenes Land, welches von Menschen bebauet zu werden angefangen wurde, welche nach der damahligen Stärke der Natur eine kolossalische Gestalt hatten. Die Erde gegen die Pole zu erkaltete zuerst, und daher fing auch die Bevölkerung daselbst zuerst an; endlich verlief sich auch das Gewässer unter dem Aequator. Binnen Verlauf dieser Zeit, welche **Büffon** auf 20000 Jahre setzet, wurden die Trümmern der Schalthiere unter dem Wasser in kalkartige Materie verwandelt, und Berge von der zweyten Art gebildet, welche mit Schichten von Seeprodukten angefüllet wurden. Durch die Elektricität, welche aus der innern Wärme der Erde herrührete, entstanden Erdbeben und Vulkane, welche neue Inseln erhoben, die Erde mit Lava bedeckten und den Boden fruchtbarer machten. Die Elephanten und andere Thiere hätten damahls in den Nordländern gelebet, bis sie die zunehmende Erkältung gezwungen hätte, in die heiße Zone sich zu begeben. Daher komme es, daß man in Sibirien und Nordamerika und andern Polarländern so vieles ausgegrabenes Elfenbein finde. Zuletzt erhielt die

Erde

Erde die gegenwärtige Gestalt vorzüglich noch durch verschiedene partielle Ueberschwemmungen, durch die Wirkung des Regenwassers, und durch die immer fortgehende Bewegung des Meeres von Osten gegen Westen. Nach der Meinung **Büffons** nehme die Erkältung der Erde immer mehr zu, und nach 930000 Jahren werde die Kälte so groß geworden seyn, daß kein lebendes Thier sein Leben mehr fortsetzen könne, und überhaupt die ganze Natur absterbe.

Auch **Johann Heinrich Gottlob von Justi** [α]) leitet die Entstehung der Erde von der Sonne ab, und ist der Meinung, daß in dem Innern der Erde ein Centralfeuer sich befinde, welches nach einer Reihe von 1000 Jahrhunderten die ursprünglichen Berge empor gehoben haben soll. Die übrigen Berge aber seyn von abwechselnden Ueberschwemmungen entstanden. Aus der veränderten Erdaxe sucht er zu erklären, wie die Elephantenknochen in die nördlichen Gegenden gekommen seyn. Diese Hypothese ist von **Wiedeburg** [β]) umständlich widerlegt worden; dagegen setzet dieser eine andere an deren Stelle [γ]), und glaubet, daß unsere Erde, so wie alle Planeten, zuerst ein Sonnenflecken, dann ein Komet gewesen sey, den zuletzt der Schöpfer in die jetzige weniger eccentrische Laufbahn versetzet habe. In ihrer jetzigen Gestalt sey sie in Rücksicht ihrer einzelnen Theile eine ungeheuere, kugelhafte Masse aus flüssigen und festen Theilen, die vielleicht ehemahls mit einander vermischt und verbunden gewesen, sich aber nach den Gesetzen der Schwere und andern Anlässen geschieden haben, und noch täglich scheiden; wie sie sich in einzelnen Theilen wiederum hin und wieder verbinden. Das Gewässer belebe den an und vor sich todten Erdklumpen, und bringe nebst dem unterirdischen Feuer durch seine Bewegungen, Auflösungen und neue Verbindungen die

α) Geschichte des Erdkörpers. Berlin 1771. gr. 8.
β) Anwendung der Natur- und Größenlehre zur Rechtfertigung der heiligen Schrift. Nürnberg 1782. 8.
γ) Neue Muthmaßungen über die Sonnenflecken, Kometen und die erste Geschichte der Erde. Gotha 1776. 8.

die vorzüglichsten Veränderungen und Revolutionen hervor. Die verschiedenen und fast unzähligen Erdschichten und Lagen in den Flöz- und Ganggebirgen könnten unmöglich als Wirkungen der nämlichen so genannten Sündfluth angenommen werden, so müßte die doch dazu bey weiten nicht lange genug gedauerte Ueberschwemmung bis zu einer solchen Tiefe die ganze Erdkruste durchweicht und aufgelöset haben; die Präcipitate aber müßten durch unerforschliche Gewalt auf erstaunliche Strecken fortgeführet seyn, und allen Gesetzen der Präcipitationen zuwider sich gesetzet haben. Weder menschliche noch göttliche Nachrichten aber erzählten uns von mehreren oder dergleichen allgemeinen Ueberschwemmungen. Eine solche Entstehungsart der Weltkörper hat bereits schon **Lambert** [α]) aus verschiedenen Gründen zu widerlegen gesuchet, welche aber **Wiedeburg** [β]) beantwortet hat.

Herr **de Lüc** [γ]) schränkte sich anfänglich auf die neuere Geschichte der Erde ein, und wagte es nicht, eine physikalische Ursache anzugeben, durch welche die ursprünglichen Berge gebildet wären; nachher aber [δ]) gibt er nähere Bestimmungen über die Entstehung der Erde an, welche vorzüglich eine größere Erleuchtung über die mosaische Erzählung werfen sollen. Er nimmt an, daß erst nach der Erschaffung des Lichtes chemische Operationen möglich gewesen wären, welche das große Ganze gebildet hätten, da vorher die primitive Materie aus bloß schweren Elementen ohne Zusammenhang und Verwandtschaften bestand. Aus dem Lichte entstand

Feuer

α) Kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues. Augs. 1761. 8. S. 9.

β) Einleitung in die physisch-mathematische Kosmologie. Gotha 1776. 8. S. 207.

γ) Lettres physiques et morales sur l'histoire de la terre et de l'homme, addressées à la Reine de la Grande-Bretagne à la Haye 1779. Tomes V. 8. mit einiger Abkürzung unter dem Titel übersetzet: physikalische und moralische Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen von J. A. de Lüc. Leipz. 1781. II Bände 8.

δ) Geologische Briefe an Herrn Hofrath Blumenbach a. d. franz. Handschr. übersetzt im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Phys. und Naturg. B. VIII. St. 4. S. 1—41. B. IX St. 1. S. 1—123. St. 4. S. 1—49.

Feuer und flüssiges Wasser, und erzeugete ein trübes, dickes Gemenge der Elemente, welches gleich im Anfange Umwälzung und sphäroidische Gestalt erhielt. Nachher wurden durch Verwandtschaften Niederschläge von festen Theilen bewirket, welche um die Erde eine dicke Rinde von Granit bildeten, wobey zugleich aus entwickelten expansibeln Flüssigkeiten der Luftkreis entstand. Unter dem Granite blieb eine Schlammschichte zurück, und in der Mitte ein Kern von staubartigen Theilen. Neuere Niederschläge bildeten nun über dem Granit Gneus, Gangschiefer und Wacke. Alle diese Niederschläge geschahen unter dem Wasser, welches sich nach und nach durch die dicke Granitrinde in die Schlammschichte und in die innere Staubmasse hineinzog. Hierdurch wurden Einsenkungen der verhärteten Massen bewirket, die Ungleichheiten und Höhlen bildeten, deren Decke endlich in einem weiten Umfange einstürzte, wodurch verursachet wurde, daß das Wasser eine Leitung dahin bekam, und daher mehr festes Land zum Vorschein kam. Dieß ist die erste Entstehung des Meeres und des festen Landes, auf welchem sogleich, wiewohl ohne Einwirkung der Sonne, die Vegetation begann. Durch die eingestürzten Stücke wurde unser festes Land gebildet. Nun fing auch die Sonnenmasse sich zu zersetzen an, und in Vereinigung mit dem Lichte selbst Licht auf die Erde zu senden, wodurch die Erde eine beständig verhältnißmäßige Wärme behält. Hierauf wurden die Thiere in dem Meere geschaffen, und durch neue Niederschläge Schichten von Kalkstein bewirket, die sich an die Granitschichten anlegten, und worin man die ersten Spuren von Seethieren antrifft. Nun erfolgte ein zweyter Einsturz unter dem Meere, deren Trümmern sich an die Scheidewände schief anlehnten, wovon die unordentlichen Lagen der Gesteine unserer jetzigen großen Gebirgsgeketten herrühret. Wahrscheinlich wurden auch zugleich zu dieser Zeit die bereits gebildeten Gangklüfte mit Erzen u. d. gl. angefüllet. Andere Niederschläge bildeten neue Schichten von Kalkstein mit vielen Versteinerungen vermengt, auch begannen die Sandstein- und Salzstein-

 flöze,

flöze, und die Vulkane nahmen ihren Anfang. Dieser Zeitraum dauerte bis zu einer großen Revolution der Erde, welche durch innere Gährungen, Entzündungen, Dämpfe und Ausbrüche von Vulkanen und gewaltsamen Erschütterungen bewirket wurden. Hierdurch wurde der Meeresboden dergestalt erhoben, daß es selbigen auf ein Mahl verließ, und über die alten festen Länder, welche nach de Lüc wegen der darunter befindlichen Wölbungen und außerordentlichen Höhlen eingestürzet waren, sich ergoß. Dadurch kam nun der vorige Meergrund aufs Trockene, und bildete unsere jetzigen Länder, die ehemahligen Länder aber wurden von dem jetzigen Weltmeere bedecket. Das Alter des jetzigen festen Landes setzet Herr de Lüc nicht über 4000 Jahre, erkläret die Revolution, die es aufs Trockene brachte, für die Sündfluth, und zeigt, daß seine Hypothese mit der Erzählung Mosis und selbst der Zeitrechnung übereinstimme, wenn man die Schöpfungstage für Perioden von unbestimmter Dauer annimmt.

Pallas *) ist der Meinung, daß die hohen uranfänglichen aus Granit bestehenden Gebirgsketten beständig Inseln auf der Oberfläche der Gewässer ausgemacht hätten, und daß in den Schichten, welche sich nach und nach daran gelegt hätten, Vulkane und Kiese erzeuget wären. Durch diese Vulkane wurden die Schichten verwüstet, und ihre Materie zerschmolzen und verkalkt, wodurch die ersten Kalk- und Schiefergebirge entstanden, in welchen die Klüfte und Risse zugleich mit Erzen u. d. g. ausgefüllet wurden. Eben dadurch wurden auch die im Meergrunde liegenden Schalthiere zerstöret, und Bodensätze von verschiedener Art veranlasset. Hierauf wurden die Gewässer durch eine gewaltsame Revolution, welche nach ihm aus den häufigen Vulkanen im indischen und stillen Meere herkommen, gegen die zusammenhängenden Bergketten von Europa und Asien zugetrieben, welches

*) Observations sur la formation des montagnes et les changemens arrivés au globe. à St. Petersb. 1777. 4. übers. in den leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. B. II.

welches die südwärts derselben gelegenen Länder zerstörte, über die niedrigsten Theile der Bergketten ging, und Theile von Pflanzen und Thieren mit sich in die nördlichen Gegenden führete, woraus das Wasser wieder in neue Schlünde ablief. Alles dieß Gesagte sucht er aus der Gestalt der Meerbusen, Spitzen des festen Landes, aus der Lage der Gebirge und andern Umständen wahrscheinlich zu machen.

Nach der Meinung des Herrn **Gerhard** [α]) schuf Gott bloß Kieselerde, Wasser und Feuer, woraus durch chemische Operationen die Salze und die übrigen Erden mit dem Schwefel, Kieseln, Thon und Oelen erzeuget wurden. Hierauf entstanden innere Gährungen und Niederschläge, wodurch alles in Schichten sich ordnete, das nachher durch Erhitzung und Ausbrüche fixer Luft wieder zerstreuet wurde, woher Berge, Thäler u. d. g. entstanden.

Der Freyherr **von Gleichen**, genannt **Rußworm** [β]), glaubt, daß die Erde anfänglich eine Wasserkugel gewesen sey, welche zuerst Fische hervorgebracht habe. Nachdem diese in Fäulniß übergegangen wären, sey Erde entstanden, welche sich gesetzt und den festen Körper zu bilden angefangen habe. Nach erfolgter Gährung seyn Hitze, Aufblähungen und Erhöhungen erfolget; die Bewegung des Wassers habe aus dem Schlamme Schalen hervorgebracht, aus welchen nachher Kalk entstanden sey. Zuletzt sey die Erde aus dem Wasser hervorgekommen und der Sonne ausgesetzet worden. Die Wassermenge werde immer geringer, die Wärme nehme aber immer zu, so daß zuletzt die Erde im Feuer zergehen werde.

Wallerius [γ]) nimmt ebenfalls an, daß anfänglich die Erde Wasser gewesen sey, aus welchen alle übrige feste Körper durch Gerinnungen und Concretionen entstanden wären.

α) Versuch einer Geschichte des Mineralreichs. Berlin. 1781. 8.
β) Von Entstehung, Bildung, Umbildung und Bestimmung des Erdkörpers. Nürnberg 1782. 8.
γ) Physisch-chemische Betrachtungen über den Ursprung der Welt, besonders der Erdwelt und ihren Veränderungen a. d. Latein. Erfurth 1783. 8.

Herr Silberschlag *) gründet seine Hypothese über die Entstehung der Erde ganz auf die vom Mose erzählte Geschichte der Schöpfung. Gott setzte nämlich bey der Erschaffung der Welten das Chaos an diejenige Stelle, wo es selbige haben sollte. Am ersten Tage entzündeten sich die Sonnen, und es begann die Umwälzung um die Axen; am zweyten Tage ging die Absonderung der Luft vor sich, das Wasser blieb auf der Oberfläche zurück, und im Innern nahm die Versteinerung zu. Nun öffnete sich das Innerste plötzlich, und brach ein heftiges Feuer hervor, welches im Innern ungeheuere Höhlungen bewirkte, und die Erde an dem einen Orte mehr als an dem andern emporhob; hierdurch entstanden Inseln, Berge und anderes festes Land, das Meer aber verlief sich größtentheils in die gebildeten Höhlungen. Ferner wurden durch die Wirkungen dieses Feuers Felsen in die Höhe gebracht, und durch die Hervorbrechung des Feuers Granit, Sand, Quarz u. d. g. weit umhergeworfen. Noch weiter bewirkte dieses Feuer Klüfte, Gänge, große Höhlen, welche über einander sich befanden. Aus diesen Klüften und Höhlen sucht er nun, wie bey der Wirkung eines Heronsbrunnens, die von dem darin befindlichen Wasser herkommende Sündfluth begreiflich zu machen. Die Schalthiere, welche man in den Schichten der Erde findet, sollen nach ihm vorher in den Seeen der unterirdischen Höhlen gelebet haben, und durch den Ausbruch des Wassers bey der Sündfluth mit in die Höhe auf die Erdfläche gekommen seyn. Die Knochen der Elephanten und der Büffel, welche durch die Verwesung specifisch leichter als das Wasser waren, schwammen auf selbigem, wurden durch die Wellen und durch den Wind allenthalben herumgetrieben, und zuletzt nach dem Abfluß des Meeres im Schlamm und Sande hier und da begraben.

Franklin

*) Geogenie oder Erklärung der mosaischen Erderschaffung nach physikalischen und mathematischen Grundsätzen. Berlin 1. und 2. Theil 1780. 3. Theil 1783. gr. 4.

Franklin [α]) war der Meinung, daß unsere Erde im Innersten aus einem weit dichtern Fluidum bestehe, als alle unsere bekannten festen Körper, auf welchem also der feste Theil gleichsam wie auf einer Schale schwimme. Wenn sich nun in der Erde Luft, nach dem mariottischen Gesetze, verdichtet befände, so würde auch schon in einer Tiefe von 11 deutschen Meilen das Gold auf ihr schwimmen. Nähme man nun an, daß alle Materie wie ein Dampf in dem Raume verbreitet gewesen sey, und es habe die Schwere zu wirken angefangen, so muß auch eine nach dem Mittelpunkte zu immer dichtere Luftkugel entstanden seyn, worin sich die übrigen entstandenen Körper, ein jeder in einer bestimmten Weite vom Mittelpunkte, setzten, und dadurch eine Rinde bildeten. Die Rinde sey die Erdrinde, über welcher nur noch unsere jetzige Atmosphäre sich befinde. Die erste erfolgte Bewegung konnte einen Wirbel, und dadurch Umwälzung um die Axe zuwege bringen. Wenn nun ein Mahl die Axe der Umdrehung verändert wurde, so mußte auch das inwendige Fluidum seine Figur ändern, wodurch es die Rinde der Erde zerbrechen konnte u. s. f. Durch starke Expansionen von Dämpfen können auch vermöge des daher entstandenen Drucks auf das Fluidum unter der Rinde wellenförmige Bewegungen entstehen, welche sich auf eine sehr große Weite erstreckten, und alles Land über ihr in Erschütterung setzten. Auch erhielt die Erde durch die Menge von Eisen, die es enthielt, die Fähigkeit magnetisch zu werden; selbst das Metall habe seinen Magnetismus, und vielleicht sey es dieser, welcher die Erdaxe sich immer parallel erhalte.

Kant [β]) hat den Gedanken von der anfänglichen Luftgestalt auf folgende Weise vorgestellet: war der Urstoff unserer Erde anfänglich in dunstförmiger Gestalt verbreitet, so mußten, als durch Kräfte chymischer Anziehungen jene

α) Transact. of the american philosophical society, held at Philadelphia. Vol. III. 1793. 4. num. I. auch im European magazine Aug. 1793. p. 137 sqq.

β) Berliner Monathsschrift 1785. 1. Theil. S. 210 u. f.

Körper aus dem flüssigen Zustande in den festen übergingen, sogleich auch große Luftentwickelungen in ihrem Innern vorgehen, welche durch die zugleich frey gewordene Wärme bis zum höchsten Grad der Elasticität ausgedehnet, und durch die Vermischung unter einander in noch größere Bewegung versetzet, bald die festen Körper durchbrachen, die Materie in großer Menge als Gebirge aufwarfen, sich selbst unter einander so lange zersetzten und niederschlugen, bis die mit sich selbst ins Gleichgewicht gekommene Luft von selbst sich erhob, ein Theil desselben aber als Wasser niederfiel, das vermöge seiner Schwere bald sich in den Krater jener allgemeinen Eruption ergoß, jetzt erst durch das Innere der Erde sich selbst seinen Weg brach, so allmählig durch seinen Lauf die regelmäßige Gestalt der Gebirge bildete, und durch fortgesetzte Anspielungen im Lauf der Jahrhunderte, jene regelmäßige Schichten kalkartiger, verglaster oder versteinerter vegetabilischer und thierischer Körper im Innern der Berge zu Stande brachte, zuletzt aber aus immer höhern Becken endlich in das tiefste von allen, das Meer sich zurückzog. Fast eben so trug schon **Newton** [α]) seine Meinung von der Entstehung der Erde vor; er glaubte nämlich, daß die ganze Welt aus einem flüchtigen Wesen niedergeschlagen seyn könne, wie sich etwa Wasser aus Dampf niederschläget, und dieser Niederschlag könne nachher zur Formirung der übrigen Körper Veranlassung gegeben haben.

Whitehurst [β]) ist der Meinung, daß unsere Erde anfänglich aus Wasser bestanden habe, das aber die fein zertheilten Stoffe aller Körper enthalten hätte. Wegen der geringen specifischen Schwere hätten sich daraus Luft und Wasser zuerst entwickelt. Die festen Theile sanken nach und nach aber auf eine ungleichförmige Weise wegen der ungleichen Wirkung der Sonne und des Mondes, oder wegen der Ebbe und Fluth, welche auch die ersten Inseln bildete. Allein die dadurch

α) *Birch's* hist. of the royal society. Tom. III. p. 280.

β) Inquiry into the original state and form of the Earth. Lond. 1778. and. Ed. 1786. 4. übers. mit Zusätzen und Anmerkungen. Leipz. 1788. 8.

dadurch entstandenen Ungleichheiten konnten nicht über 50 Fuß hoch gewesen seyn. Nachher ging in den innern dichtern Theilen der Erde eine Entwickelung des Feuers vor sich, welches die Erdschichten ungemein ausdehnete, den Meergrund emporhob, und endlich so durchbrach, daß zwischen dem Feuerheerde und dem Wasser eine Gemeinschaft eröffnet wurde. Hierdurch mußten natürlich die Explosionen ungemein heftig werden, die dadurch in die Höhe getriebenen Trümmern thürmten sich über einander, und erzeugten unsere hohen Berge. In den Tiefen entstanden aber daher außerordentlich große Schlünde, in welche sich das Wasser ergoß, und auf diese Weise entstand aus dem Meergrunde unser trockenes Land. Diese Revolution, welche **Whitehurst** für die Sündfluth hält, verursachte übrigens wichtige Veränderungen in der Temperatur der Luft.

Dr. **Hutton** [a]) nimmt an, daß die Erdschichten und Felsen unseres jetzigen Landes durch Niederschlag aus dem alten Meere und aus losgerissenen Trümmern des alten festen Landes gebildet wären. Es soll nämlich das unterirdische Feuer die unter dem alten Meere noch befindlichen Massen bis zum Schmelzen erhitzt haben, welches ihre lockere Substanz verdichtete, und ihre Zwischenräume anfüllte. Diese Massen wurden nachher durch das Feuer auf dem Wasser bis zur Höhe unseres jetzigen festen Landes erhoben. Diese Wirkungen sollen fortdauern, ähnliche Revolutionen hervorzubringen und auf diese Weise eine Gestalt der Erde nach der andern zu Stande bringen.

Nach **de la Metherie** [β]) sind alle Körper, aus welchen unsere Erde bestehet, aus verschiedenen Elementen, dem Feuer, dem Lichte, der Luft, dem Wasser, der elektrischen Flüssigkeit, der magnetischen Materie, dem Lichtstoffe zusammengesetzt. Diese feinen Stoffe sind aus den anfänglichen Theilen der Materie gebildet, und alle diese Elemente

 sind

a) Theorie der Erde aus den transact. of the royal society of Edinburgh. T. I. P. I. p. 209 sq. übers. in den Sammlungen zur Physik und Naturg. Th. IV. St. 6. S. 225 u. f.

β) Theorie der Erde a. d. Franz. übers. II Theile. Leipz. 1797. 8.

sind mit einer mehr oder weniger starken Kraft begabt, vermöge welcher sie sich einander nähern, sich unter einander vereinigen und sich krystallisiren. Die Erdkugel ist das Resultat aller dieser einzelnen Krystallisationen gewesen. Er nimmt nämlich an, daß alle Materie, welche unsere Erdkugel ausmacht, im Anfange flüssig gewesen ist, und die kugelförmige Gestalt der ganzen Masse, welche der Lehre von den Centralkräften vollkommen gemäß ist, beweise offenbar von dieser ehemahligen Flüssigkeit. Dieser flüssige Zustand war wässerig, d. h. er war durch das Wasser und nicht durch das Feuer hervorgebracht; die schwersten Theile haben sich gegen den Mittelpunkt der Erdkugel begeben, und unter einander vereinigt, die leichtesten hingegen sind nach der Oberfläche hingetrieben worden. Alle diese Substanzen haben sich im Wasser selbst, welches also die höchsten Berge bedeckte, krystallisiret; das Wasser hat sich zurückgezogen; das feste Land ist zum Vorschein gekommen; dieser feste Boden war nur aus ursprünglichen Erdlagen zusammengesetzet; die Pflanzen und Thiere, welche auf dem festen Lande leben, sind hervorgebracht worden; die Gewässer haben hierauf die Erdlagen, welche von späterer Entstehung sind, gebildet, und die Trümmer und Ueberreste der Pflanzen und Thiere haben sich mit dieser Erde vermischet und in derselben angehäuft; das Wasser hat sich wieder zurückgezogen, und hat die Erdlagen von der zweyten und dritten Entstehung frey und unbedeckt zurückgelassen. Alles dieß seyn gewisse und unwidersprechliche Thatsachen. Uebrigens nimmt er noch eine besondere Krystallisation einer jeden mineralischen Substanz an; die Krystallisation der einfachen Steine, welche nur aus einer Erde und einer Säure bestehen; die Krystallisation der Steine, welche aus mehreren Erden, und die Krystallisation der zusammengesetzten Steine, welche aus mehreren andern Steinen gebildet sind; die Krystallisation der metallischen, vererzten oder nicht vererzten Substanzen, und endlich die Krystallisation der erdharzigen Substanzen.

Alle

Alle diese Hypothesen von der Entstehung der Erde gehörig zu prüfen, würde hier zu weitläuftig seyn. Ich bemerke nur das einzige, daß bey allen Hypothesen die Lücken, welche durch Thatsachen nicht ausgefüllt werden konnten, durch Phantasien sind ergänzet worden. Verschiedene von den angeführten Hypothesen findet man beurtheilet beym **de Lüc** α) und vorzüglich beym **Sullivan** β). Letzterer sagt, alle Kosmogonien und Geogonien haben den Entzweck, das Daseyn der Erde entweder ohne alle Wunder, oder doch nur durch das einzige Wunder, wodurch das, was nicht war, zur Wirklichkeit kam, zu erklären. Regelmäßigkeit und Ordnung als Werk eines Zufalls anzunehmen, sind mit der Denkart des menschlichen Verstandes viel weniger als alle Wunder zu vereinigen. Setzt man aber das Daseyn Gottes voraus, so mag man entweder eine ewige formlose Materie annehmen, oder Materie und Form mit der Welt zugleich entstehen lassen, so ist der Anfang der wirklichen Dinge und ihrer Formen immer ein Wunder, beständig Wirkung einer außernatürlichen Kraft, und es ist für uns gleich möglich und gleich unbegreiflich, der Schöpfer mag entweder in die Materie allein Kräfte und Gesetze geleget, oder zugleich mit denselben die ersten Formen der Körper durch seine Allmacht hervorgebracht haben. Es gibt daher gar keine objektiven Gründe für eine Theorie der Schöpfung, und wir sollten statt aller Kosmogonien und Geogonien uns ganz allein darauf einschränken, die Ursachen der auf einander folgenden Veränderungen der schon geformten Natur zu entdecken. Alles aber, was sich über solche Veränderungen der Erde sagen läßt, beruht wohl auf folgenden wenigen Bruchstücken: ob bey der Schöpfung unsere Erde sogleich die Kugelgestalt erhalten habe, ist ungewiß; die sphäroidische Gestalt aber hat sie durch Umdrehung um

α) Physikalische und moralische Briefe über die Geschichte der Erde.

β) A view of Nature, in lettres to a traveller among the Alps etc. Lond. 1794. VI. Voll. 8. Uebersicht der Natur in Briefen an einen Reisenden a. d. Engl. mit Anmerk. und Zusätzen. B. I. Leipz. 1795. 8. 6 — 12 Brief.

um ihre Axe erhalten. Die Entstehung einiger Körper z. B. des Granits, sind wir nicht vermögend zu bestimmen; der Granit scheint schon vorhanden gewesen zu seyn, ehe noch das Wasser und das Feuer die Erdfläche veränderten; wahrscheinlich bestehen aus ihm die ältesten Berge, und er macht, so weit die Naturforschungen reichen, die innerste und tiefste Grundlage der Erdrinde aus. Ein sehr großer Theil unseres jetzigen festen Landes war ehedem Meergrund, und scheint es eine sehr geraume Zeit gewesen zu seyn; jedoch muß an vielen Orten, wo jetzt festes Land ist, und sonst Meergrund war, in noch frühern Zeiten schon ein Mahl festes Land gewesen seyn. Viele Landthiere, Fische, Pflanzen, Conchylien, welche jetzt ihre Wohnungen nur im heißen Erdstriche haben, müssen vor Zeiten auch in den Gegenden gegen den Nordpol zu gelebt haben. Die Gipfel der höchsten Berge, die wir kennen, scheint das Wasser niemahls bedeckt zu haben. Auch Erdbeben und Vulkane haben eine große Veranlassung zur Veränderung der Erdfläche gegeben, und an verschiedenen Orten mögen alte, jetzt verloschene Vulkane gebrannt haben, deren Zeitalter uns ganz unbekannt ist.

M. s. **Joh. Lulofs** Einleitung zu der mathematischen und physikalischen Kenntniß der Erdkugel a. d. Holl. von **A. G. Kästner**. Göttingen u. Leipzig 1755. gr. 4. **Fr. Maller** allgemeine oder mathematische Beschreibung der Erdkugel a. d. Schwed. von **L. H. Röhl**. Greifsw. 1774. 8. **Torb. Bergmann** physikalische Beschreibung der Erdkugel a. d. Schwed. von **L. H. Röhl**. Greifsw. 1780. 2 Bände. gr. 8. **J. A. de Lüc** physikalische und moralische Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen a. d. Franz. Leipzig 1781. gr. 8. 2 Bände. **De la Metherie** Theorie der Erde a. d. Franz. übers. mit einigen Anmerk. von Dr. **Christ. Gotthold Eschenbach**, nebst einem Anhange von Dr. **Joh. Reinhold Forster**. 2 Theile. Leipz. 1797. 8.

Erdkugel künstliche (globus terrestris artificialis, globe terrestre) ist ein Modell der Erdkugel, auf dessen Oberfläche die Meere, Länder und die vornehmsten Oerter,

Berge

Berge u. d. g. so wie die merkwürdigsten Kreise und Punkte, welche man sich auf der Erdkugel gedenket, durch Zeichnungen dargestellet sind, und welches in einem schicklichen Gestelle um eine durch die Pole gehende Axe herumgedrehet werden kann.

Wenn man sich die Erde im Mittelpunkte der scheinbaren Himmelskugel vorstellet, so lassen sich alle Kreise und Punkte, welche auf der scheinbaren Himmelskugel angenommen werden, auch auf der Erdkugel gedenken und begreiflich machen, und eben diese sind vorzüglich auf der künstlichen Erdkugel dargestellet. Wenn nämlich die Weltaxe (fig. 39.) pq durch die Mitte der Erdkugel hindurch gehet, so ist auch der Theil rf die Erdaxe und die beyden Punkte r und f als Endpunkte der Axe die Pole, wovon der eine r der Nordpol und der andere f der Südpol genannt wird. Schneidet ferner der Aequator am Himmel die Erde, so entstehet auch auf der Oberfläche derselben der größte Kreis tx, der ebenfalls **Erdäquator** genannt wird, und folglich von den beyden Polen r und f allenthalben um 90 Grad abstehen muß. Alle diese Kreise, welche mit dem Erdäquator auf der Erdkugel parallel gehen, auf deren Ebenen folglich die Erdaxe senkrecht stehet, heißen auch **Parallelen, Parallelkreise.** Unter diesen Parallelkreisen nennt man diejenigen, welche $23\frac{1}{2}$ Grad, folglich gerade so viel als die Schiefe der Ecliptik beträgt, von dem Aequator abstehen, die **Wendekreise des Krebses** und **des Steinbocks**, und diejenigen, welche um die Pole laufen, und von denselben ebenfalls $23\frac{1}{2}^{\circ}$ abstehen, die **Polarkreise.** Dem Beobachter, welcher sich überall auf der Erdoberfläche oben in a zu befinden glaubet, correspondiret der Scheitelpunkt z.

Auch die Ecliptik schneidet die Erde in einem größten Kreise, welcher von den beyden Wendekreisen in der nördlichen und südlichen Halbkugel berühret wird, welchen man die auf die Erde reducirte Ecliptik nennen kann. Diese hat zwar auf der Erdoberfläche keine bestimmte und unveränderliche Lage, indem die Ecliptik ihren Stand gegen den

Himmel

Himmel alle Augenblicke ändert; allein auf die künstliche Erdkugel wird sie wegen einiger Aufgaben, die sich auf die Ecliptik beziehen, ebenfalls gezeichnet.

Weil die verschiedenen Orte auf der Erdoberfläche auch verschiedene Meridiane und verschiedene Horizonte haben, so wird der Meridian auf der künstlichen Erdkugel durch einen messingenen Ring, in welchem die Kugel um ihre Axe gedrehet werden kann, und der Horizont durch die obere Fläche des Gestelles, in welches sich die künstliche Kugel bis zur Hälfte einsenkt, vorgestellt. Es kann also dieser messingene Meridian als Meridian eines jeden Ortes, und der vorgestellte Horizont als der Horizont dieses Ortes dienen, indem es bloß auf die Stellung der Erdkugel ankömmt.

Die Parallelkreise pflegt man auf der Kugel von 10° zu 10°, auch wohl bey etwas großen Kugeln von 5° zu 5°, und die Meridiane ebenfalls von 10° zu 10°, oder von 5° zu 5° zu verzeichnen. Einer von diesen Meridianen wird alsdann als der erste angenommen; diese Annahme ist an sich willkürlich; wegen der vorzunehmenden Reduktion aber, die man alle Mahl anstellen müßte, wenn jeder Zeit ein anderer Meridian als der erste angenommen würde, ist ein für alle Mahl festgesetzet, den ersten Meridian durch die Insel **Ferro** als die westlichste von den canarischen Inseln anzunehmen. Die westliche Küste derselben liegt einige Minuten über 20 Grad vom Meridian der pariser Sternwarte gegen Abend, und man nimmt den ersten Meridian, um die Rechnung zu erleichtern, genau 20 Grad von dem pariser Meridian an. Uebrigens werden der Aequator, die Ecliptik, der messingene Meridian, und der innere Umkreis des Horizontes in ihre Grade abgetheilet, und gehörig bezeichnet.

Der messingene Meridian besitzet oben um den Nordpol herum einen kleinen messingenen Kreis, welcher in 12 gleiche Theile oder Stunden getheilet ist, und **Stundenkreis** genannt wird; durch den Mittelpunkt dieses Kreises geht ein Stift, welcher in dem Nordpol an der künstlichen Erdkugel befestiget ist, und einen kleinen Weiser besitzet, welcher mit Umdre-

Umdrehung der Erdkugel zugleich mit herumgeführet wird. Es dienet dieser Kreis zur richtigen Stellung in jeder Stunde.

Die künstlichen Erdkugeln sind bloß zu dieser Absicht erfunden worden, um ein sinnliches Bild von der Erde und ihrer Oerter auf der Oberfläche zu geben, vorzüglich aber auch darzu, um verschiedene astronomische und geographische Aufgaben auf eine mechanische Art ohne Berechnung aufzulösen. Alles kömmt dabey darauf an, daß man die künstliche Kugel richtig zu stellen wisse. Anweisung hierzu findet man beym **Scheibel** [α]), und historische Nachrichten von der künstlichen Erdkugel beym **Pfennig** [β]).

Weil die Verfertigung der Erdkugeln verschiedene Schwierigkeiten verursachet, so hat der Herr **von Segner** [γ]) Vorschläge zu einer besondern Art von Erdkugeln gethan, welche eigentlich keine wahre Kugeln sondern eckige Körper sind, welche aus einem Cylinder und zwey abgekürzten Kegeln bestehen. Auf der Cylinderfläche ist die heiße Zone, auf den beyden abgekürzten Kegelflächen die beyden gemäßigten Zonen, und auf den kleinern Grundflächen der Kegel die kalten Zonen gezeichnet. Der Herr Prof. **Funk** zu Leipzig hat im Jahr 1780 diesen Gedanken ausgeführet, und dergleichen kleine Vorstellungen der Erde, als ein Christgeschenk für Kinder, wo der Durchmesser des Aequators etwa 3,6 par. Zoll hält, mit einem gedruckten Aufsatze begleitet: die Erde nach ihren Zonen auf einem besondern von der Kugel wenig abweichenden Körper vorgestellet. Dergleichen Vorstellungen der Erde sind zwar keine eigentliche Kugeln, sie sind aber doch vermögend, die Gestalt der Erde den Sinnen etwas besser vorzustellen, als ein Planisphär, ob es gleich ausgemacht bleibt, daß die künstlichen Erdkugeln diesen weit vorzuziehen sind.

Erd-

α) Vollständiger Unterricht vom Gebrauch der künstlichen Himmels- und Erdkugel. Breslau 1779. 8.

β) Anleitung zur Kenntniß der mathematischen Erdbeschreibung. Berl. und Stett. 1779. 8.

γ) Berliner astronomisches Jahrbuch für 1781. S. 44 u. f.

Erdnähe (perigaeum, perigée) heißt der Punkt der Laufbahn eines um die Erde sich bewegenden Gestirnes, in welchem dieses der Erde am nächsten liegt. Es ist bereits aus dem Artikel **Erdferne** bekannt, daß nach dem copernikanischen System bloß der Mond seinen Lauf um die Erde nimmt, dieser aber mit der Erde zugleich um die Sonne geführet wird, mithin kann auch hier bloß die Erdnähe für den Mond in Betrachtung gezogen werden.

Wenn der Mond in seiner elliptischen Bahn in die Erdnähe kömmt, so scheint er zu dieser Zeit sich gerade am schnellsten zu bewegen, und sein scheinbarer Durchmesser beträgt alsdann 33 Minuten 32,6 Sekunden. In dieser Erdnähe ist der Mond von der Erde um 55,87 Erdhalbmesser entfernet.

Erdöl, Erdpech s. **Erdharze.**

Erdpole, Pole der Erde (poli terrestres, poles de la terre) heißen die beyden unbeweglichen Punkte (fig. 39.) r und s oder die Endpunkte der Erdaxe, um welche sich die Erde täglich ein Mahl umwälzet. Diese beyden Punkte gehören mit den Weltpolen p und q zusammen; mithin ist ihre Lage gegen irgend einen Ort auf der Erdfläche eben so, als die Weltpole des Himmels gegen den Scheitelpunkt dieses Ortes zu liegen scheinen. So viele Grade also der Bogen eines größten Kreises von dem einen Pole des Himmels bis zum Zenith des Ortes der Beobachtung enthält, so viel muß auch der Bogen von dem auf der Erde zugehörigen Pole bis zum Orte der Erde selbst enthalten u. s. f. Diese Erdpole sind zugleich die Pole des Erdäquators und aller damit parallelen Kreise, und sind in allen Punkten des Aequators 90° davon entfernet.

Derjenige Pol, welcher in unserer nördlichen Halbkugel sich befindet, heißt der **Nordpol** (polus septentrionalis, borealis, pole septentrionale, boréale) der entgegengesetzte in der südlichen Halbkugel liegende, der **Südpol** (polus meridionalis, australis, pole méridionale, austral). Wegen der außerordentlichen Kälte, welche die Meere gegen

die

die Pole hin oft zu den ungeheuersten Eismassen aufgethürmet hat, ist es noch keinem Sterblichen gelungen, an beyde Pole zu kommen. Der englische Seecapitän **Phipps** (Lord Mulgrave) *) näherte sich dem Nordpole bis auf 9½ Grad, und der Capitän **Cook** auf seiner zweyten Reise mit den beyden **Forster** β) dem Südpole bis auf 19°.

Diese beyden Erdpole haben die Himmelspole zu ihren Scheitelpunkten, und es fällt daher der Horizont mit dem Aequator zusammen; folglich sind auch die Tagekreise der Sterne mit dem Horizonte parallel, und es findet daselbst weder Aufgang noch Untergang der Fixsterne Statt. Weil nun ferner die Sonne in ihrer scheinbaren Bewegung ein halb Jahr hindurch in der nördlichen und die andere Hälfte des Jahres in der südlichen Halbkugel des Himmels sich befindet, so ist auch die Sonne ein ganzes halbes Jahr hindurch unter dem Horizonte, und das andere halbe Jahr über dem Horizonte; daher findet daselbst 6 Monathe lang eine beständige Nacht, und 6 Monathe lang ein beständiger Tag Statt, wiewohl durch die Strahlenbrechung die Zeitdauer der völligen Nacht etwas abgekürzet wird.

Alle Meridiane der auf der Erdfläche sich befindenden Oerter laufen in beyden Polen zusammen, und haben daher zu ihrem gemeinschaftlichen Durchmesser die Erdaxe, die sie folglich in zwey Halbkreise theilet. Wenn man sich daher von irgend einem Orte auf der Erde in dem Meridiane desselben fortbewegen würde, so müßte man zuletzt in einen von diesen beyden Polen kommen.

Erdrohr s. **Fernrohr.**

Erdstriche, Erdgürtel, Zonen (zonae, zones) heißen diejenigen Theile auf der Erdoberfläche, welche von den beyden Wendekreisen und den beyden Polarkreisen abgetheilet

*) Reise nach dem Nordpol, unternommen im Jahre 1773. von C. J. Phipps, aus dem Engl. vom Landvoigt Engel. Bern 1777. gr. 4.

β) Forsters Reise um die Welt, auf Befehl und Kosten der engl. Nation. Berlin 1778. 2 B. gr. 4.

theilet werden. Diese Theile sind also der Anzahl nach fünf; nämlich die **heiße Zone**, die **beyden gemäßigten Zonen**, und die **beyden kalten Zonen**.

Die **heiße Zone** (zona torrida, zone torride) ist das Stück Erdfläche, welches zwischen den beyden Wendekreisen des Krebses und des Steinbocks sich befindet, und den Aequator in der Mitte hat. Weil nun die Entfernung der beyden Wendekreise von dem Aequator $23\frac{1}{2}°$, und folglich die Breite der Zone 47° oder $47 \times 15 = 705$ geographische Meilen beträgt, so nimmt ihre Oberfläche einen Raum von 3701158 Quadratmeilen ein, welches den $\frac{3701158}{9282060}$ oder ungefähr den $\frac{398}{1000}$ Theil der Oberfläche der Erde ausmacht. In der heißen Zone liegt der südliche Theil von Asien, die mittleren Theile von Afrika und Amerika, nebst einer großen Menge Inseln des Südmeeres und ein großer Theil von Neu-Holland.

Die Sonne hält sich beständig in der heißen Zone in ihrer scheinbaren Bahn auf, und geht folglich durch einen jeden Ort in selbiger zwey Mahl durch den Scheitel, und ist auch von demselben am weitesten entfernet. Daher kann man in einem gewissen Sinne sagen, daß ein jeder Ort in der heißen Zone zwey Winter und zwey Sommer jährlich habe. Allein der Unterschied dieser Jahreszeiten ist daselbst nicht so wie bey uns beschaffen; sie sind nämlich mehr durch Nässe und Trockenheit von einander verschieden. Denn natürlich fallen die Sonnenstrahlen dem Bewohner dieser Zone beynahe zu allen Zeiten senkrecht auf den bewohnten Ort, wodurch die Wirkung derselben am größten ist; und eben dieserwegen hat auch diese Zone den Nahmen der heißen Zone erhalten. Wegen der Wirkung der Sonnenstrahlen hielten die Alten diese Zone für ganz unbewohnbar, indem sie selbige gleichsam als brennend und daher der Bewohnbarkeit für ganz unfähig ansahen. Allein die Erfahrung lehret, daß viele, theils allgemeine, theils lokale Umstände die Hitze an den mehresten Orten dieses Erdstrichs gar sehr mildern, wie z. B. der beständige Ostwind, welcher daselbst wehet, der Regen, der sehr oft lange Zeit anhält,

anhält, die Lage der hohen Gebirge und des Weltmeeres, die beynahe durchaus gleiche Nacht- und Tageslänge u. s. f.

Die **gemäßigten Zonen** (zonae temperatae, zones temperées) heißen diejenigen Stücke der Erdfläche, welche zwischen den Wendekreisen und den Polarkreisen liegen, wovon die eine die **nördliche** und die andere die **südliche** ist. Weil nun die Polarkreise von dem Aequator um $66\frac{1}{2}$ Grad, die Wendekreise aber um $23\frac{1}{2}°$ entfernet sind, so beträgt ihre Breite durchaus $66\frac{1}{2} - 23\frac{1}{2} = 43°$, oder 645 geographische Meilen; die Fläche einer jeden dieser beyden Zonen nimmt einen Raum von 2405462 Quadratmeilen ein, welches den $\frac{2405462}{9282060}$ oder den $\frac{260}{1000}$ Theil der Oberfläche der Erde ausmacht. In der nördlichen gemäßigten Zone liegt der größte Theil vom festen Lande, nämlich fast ganz Europa, der nördliche Theil von Afrika, Nordamerika und ein großer Theil von Asien. In der südlichen gemäßigten Zone liegen außer einem Theile von Neuholland, Neuseeland, eine Menge von Inseln des Südmeeres, einige Länder von Amerika und die Spitze von Afrika.

Diese beyden Zonen heißen dieserwegen gemäßigte Zonen, weil die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn niemahls im Scheitel von einem der Oerter, welche innerhalb dieser Zone liegen, kommen kann; folglich die Strahlen schief auffallen, und keine so große Hitze, wie die in der heißen Zone, hervorbringen; auch wird sie vorzüglich noch mehr durch die binnen 24 Stunden erfolgende Abwechselung eines Tages und einer Nacht, so wie durch die verschiedenen Jahreszeiten gemildert. In jedem Jahre haben nämlich diese beyden Zonen ein Mahl Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Wenn die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn in das Zeichen des Widders tritt, folglich aus der südlichen Halbkugel in die nördliche übergehen will, so hebt sich in der nördlichen gemäßigten Zone der Frühling an. Von dieser Zeit an steigt die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn immer höher herauf, dadurch wächst die Mittagshöhe derselben, und die Tage werden länger; auch fallen die Sonnenstrahlen weniger schief auf, und es nimmt die

Wärme zu. Dieser Erfolg dauert so lange, bis die Sonne in den Krebs getreten, ihre Mittagshöhe so wohl als die Tageslänge am größten geworden ist, und ihre Strahlen die starke Hitze verursachen; alsdann ist es Sommer. Nunmehr kehrt aber die Sonne von Tage zu Tage wieder nach dem Aequator zurück, die Mittagshöhe derselben und die Tageslänge werden wieder kleiner, und ihre Strahlen in Ansehung der Wärme auch geringer. Ist nun die Sonne bis zum Aequator wieder zurückgekehret, oder in die Waage getreten, so haben wir alsdann Herbst. Von dieser Zeit an geht sie in die südliche Halbkugel über, ihre Mittagshöhe wird immer kleiner, die Tageslänge geringer, und die Sonnenstrahlen werden weniger erwärmend; bis zu dem Eintritte der Sonne in den Steinbock, wo sich der Winter anfängt, und wo sie die kürzeste Mittagshöhe hat und die kürzeste Tageslänge bey uns gibt. Hiernächst werden die Tage wieder länger, indem die Sonne zurück nach dem Aequator gehet, und daselbst abermahls Frühling macht. Die südliche gemäßigte Zone hat alle Mahl die entgegengesetzten Jahreszeiten. Die Alten standen in der Meinung, daß diese beiden Zonen die einzigen bewohnten wären, und daß man von der einen Zone wegen der dazwischen liegenden heißen Zone nach der andern nicht kommen könnte.

Die **kalten Zonen** (zonae frigidae, zones glaciales) heißen diejenigen Stücke auf der Erdoberfläche, welche von den Polarkreisen eingeschlossen werden, und die Pole in ihrer Mitte haben, wovon die eine die **nördliche**, und die andere die **südliche kalte Zone** ist. Man kann eine jede von diesen Zonen als die Oberfläche eines Kugelsegmentes betrachten, dessen Peripherie der Grundfläche von dem Pol um $23\frac{1}{2}°$ absteht. Es wäre folglich die Breite einer jeden dieser beyden Zonen 47° oder 695 geographische Meilen und die Fläche 384924 Quadratmeilen, welches den $\frac{384924}{9282000}$ oder den $\frac{41}{1000}$ Theil der ganzen Erdoberfläche ausmacht. In der nördlichen kalten Zone liegen die nördlichsten Küsten von Sibirien und Lappland, und der größte Theil von Grönland;

die

die südliche kalte Zone hingegen ist uns fast gänzlich unbekannt.

So bald die Sonne in einem der beyden Wendekreise stehet, so fällt ihr ganzer Tagekreis über den Horizont derjenigen kalten Zone, welche ihr am nächsten ist, im Gegentheil unter dem Horizont der entgegengesetzten kalten Zone. Daher kömmt es, daß alle Orte der kalten Zonen einen oder mehrere Tage in jedem Jahre haben, wo die Sonne nicht untergehet, das andere halbe Jahr darauf aber einen oder mehrere Tage, wo sie gar nicht aufgehet, d. h. ihr längster Tag oder ihre längste Nacht dauert länger als 24 Stunden. Je weiter man gegen die Pole hinkömmt, desto länger dauert der Tag oder die Nacht, bis endlich unter den Polen selbst die Dauer des Tages oder der Nacht auf 6 Monathe ist. Da aber die Sonne in ihrem Stande selbst bey der längsten Tagesdauer ihre Strahlen ungemein schief gegen diese Zonen hin sendet, und folglich daraus nur ein ganz geringer Grad von Wärme entstehen kann, so ist auch die Kälte daselbst beständig so groß, daß die Gewässer immer mit Eis bedecket sind.

Wenn man die Größe der Erdfläche in 1000 Theile eintheilet, so betragen von diesen Theilen

die heiße Zone	398
die beyden gemäßigten	520
die beyden kalten	82
Summe	1000,

mithin enthalten die gemäßigten Zonen, welche vorzüglich zum Anbau der Pflanzen am geschicktesten sind, über die Hälfte, die heiße beynahe $\frac{2}{5}$ und die kalten Zonen weniger als $\frac{1}{10}$ von der ganzen Erdoberfläche. Diese Größen, so wie die verschiedenen Abwechselungen der Jahreszeiten sind eine Folge davon, daß die Ecliptik den Aequator unter einem Winkel von $23\frac{1}{2}$ Grad schneidet. Da sich nun dieser Winkel von Zeit zu Zeit immer zu vermindern scheinet, so müssen auch die gemäßigten Zonen sich immer weiter ausbreiten, und die kalten sich immer mehr verengen.

M. s. **Bode** Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel. §. 162 — 166.

Erfahrung (experientia, expérience). Unter Erfahrungen versteht man Wahrnehmungen der Veränderungen an den natürlichen Körpern durch unsere Sinne. Sie sind zweyerley, nämlich **Beobachtungen** und **Versuche**. Bey den Beobachtungen lassen wir die Körper in ihrem Zustande, worin sie sich an und für sich befinden, und geben nur darauf acht, welche Veränderungen mit ihnen vorgehen, oder welche Wirkungen sie hervorbringen. Bey den Versuchen aber setzen wir die Körper vorsetzlich in andere Umstände, um zu sehen, wie sie sich darin verhalten.

Die ganze Naturlehre beruht auf Erfahrungen und den daraus hergeleiteten richtigen Folgen. Allein dieß heißt noch nicht die Naturbegebenheiten, welche uns die Erfahrungen an Körpern gelehret haben, erklären, wenn wir nur die Umstände angeben können, unter welchen diese Körper eben dieselben Phänomene hervorbringen müssen. Wir zeigen hier bloß den Gang an, welchen diese Körper ihrer Natur nach nothwendig zu nehmen haben, wenn sie diese Erscheinungen liefern sollten. Alle Erfahrungen lehren uns aber nichts als Wirkungen, und Wirkungen können durch Wirkungen nicht erkläret werden. Man geht gewiß zu weit, wenn man in der Naturlehre alle metaphysische Untersuchungen verächtlich betrachtet. Denn gerade diese müssen die Gründe hergeben, worauf sich die Wirkungen der natürlichen Körper stützen, und sie gehen daher vor aller Erfahrung voraus. Es ist bekannt genug, welche Hypothesen zur Erklärung der wichtigsten Naturbegebenheiten sind geschaffen worden, aus welchen ein und die nämliche Naturbegebenheit gleich gut hergeleitet werden kann, und welche ins Lächerliche fallen, wenn diese Naturbegebenheit nach Gründen der Metaphysik betrachtet wird. Auf der andern Seite hingegen schreitet man ebenfalls über die Grenzen, wenn man die Eigenschaften der Körper ganz allein aus metaphysischen Betrachtungen herleiten will, indem daher eine bloß idealische

Welt entstehen würde. In diesen letzten Fehler verfielen vorzüglich die Philosophen und Naturforscher des Alterthums, welche nach ihren Theorien gleichsam der Natur Vorschriften machten, wie sie sich verhalten müsse, ohne sie vorher zu fragen, wie sie sich wirklich verhält. Es muß alles, was den physischen Körper angehet, selbst die Gesetze, die er befolget, aus Datis der Erfahrungen geschlossen werden. Die Metaphysik muß diesen Erfahrungen nicht widersprechen, sondern sie vielmehr aufs kräftigste unterstützen.

Bey den alten Griechen und Römern waren die Data der Erfahrungen noch viel zu geringe, um die Naturwissenschaft gründlich zu behandeln, und außerdem hatten sie die wenigen Erfahrungen durch fabelhafte Zusätze so verunstaltet, daß ihre physikalische Schriften größtentheils willkürliche und seltsame Sätze enthielten, welche den klaren Erfahrungen ganz entgegen waren, wovon man hinlängliche Belege in den Schriften des **Plato**, **Aristoteles**, **Epicurus**, **Lucrez**, **Seneka**, **Plinius** u. a. findet. Erst in dem 16ten Jahrhunderte nach Christi Geburt fing **Franz Baco de Verulam** an, den so dürftigen Zustand der Naturwissenschaft zuerst zu bereichern, und schrieb die schönen Werke: de interpretatione naturae und de augmentis scientiarum vorzüglich in dieser Absicht, um in der Naturwissenschaft mehr auf Erfahrungen Rücksicht zu nehmen. Bald nach ihm wurde selbst die aristotelisch-scholastische Philosophie gestürzet, und man fing an, die Natur zweckmäßiger zu betrachten. So bestritt **Descartes** die Hypothesen und Erklärungen der Scholastiker, und legte einen neuen Grund, die Naturwissenschaft gründlicher zu behandeln, als es vorher geschehen war, obgleich seine principia philosophiae manche Hypothesen enthielten, die ganz willkürlich waren, und sich auf keine Erfahrungen stützten; besonders aber suchten **Galilei**, **Kepler**, **Gassendi**, **Snellius**, **Bayle**, **Otto von Guericke**, **der ältere Sturm** u. a. an, den von **Baco** vorgezeichneten Weg der Erfahrungen eifrig zu betreten. Durch ihre oft sehr mühsame Beobachtungen

und Versuche machten sie die wichtigsten Entdeckungen, auf welche nachher **Newton** sein System so unerschütterlich fest gründen konnte. Diesem unsterblichen **Newton** ist man musterhaft nachgefolget, und beständig auf dem Wege der Erfahrungen fortgegangen, so daß zu unsern jetzigen Zeiten die Naturwissenschaft auf eine beträchtlich hohe Stufe der Vollkommenheit gekommen ist. Nur beging man in den neuern Zeiten wieder den Fehler, daß man in der Naturwissenschaft alle metaphysische Untersuchungen für ganz unnütz hielt.

Uebrigens s. m. die beyden Artikel: **Beobachtung** und **Versuche.**

Erhabene Linsengläser s. **Linsengläser.**

Erhabene Spiegel s. **Spiegel.**

Erkaltung, das Erkalten, Abkühlen (refrigeratio, refrigerium, refroidissement) ist die Veränderung im Zustande eines Körpers, da er einen Theil der freyen oder fühlbaren Wärme verlieret. An einem Körper kann die Erkaltung erfolgen, entweder wenn ein Theil der sensiblen Wärme durch irgend eine Ursache gebunden wird, oder er mit andern kältern Körpern in Berührung kömmt, die ihn einen Theil der freyen Wärme entziehen. So erkaltet ein erhitzter Körper in einer kältern Luft oder im kalten Wasser u. s. f. Denn in diesem letzten Falle wird der erwärmte Körper mit dem benachbarten weniger erwärmten Körper nicht im Gleichgewichte seyn, d. h. es wird in einerley Zeit aus dem wärmern Körper mehr fühlbare Wärmematerie ausströmen und dem kältern zuführen, als umgekehrt; dieses Ausströmen von mehrerer Wärmematerie wird natürlich nun so lange dauern müssen, bis die Wechsel ihrer strahlenden Wärmetheilchen gleich werden; dadurch wird aber dem wärmern Körper Wärmematerie entzogen, und muß daher erkalten.

Man könnte auf die Vermuthung kommen, daß ein lockerer Körper weit geschwinder erkalte, als ein dichterer, oder daß ein lockerer Körper bey der Berührung eines dich-

tern

tern kältern die Wärmematerie viel schneller verliere, als wenn ein dichterer einen mehr kalten lockerern Körper berühre. Allein die Erfahrung stimmt hiermit nicht beständig überein; ja sie zeigt sogar, welches merkwürdig ist, daß ein Körper nicht gerade um so viel kälter wird, als er einen andern wärmer macht. So hat man gefunden *), daß das Quecksilber die Wärme weit schneller annimmt und verlieret, als das Wasser und andere Materien von weit geringerer Dichtigkeit. Wegen der Empfindlichkeit des Quecksilbers wird es auch vorzüglich zum Gebrauch der Thermometer geschickt.

Das Erkalten der Körper kann befördert werden durch die Vermehrung der Oberfläche, wofern dieß möglich ist, durchs Umrühren und Schütteln in einer kältern Luft oder im Wasser, durch den Wind, durchs Blasen auf die Oberfläche u. s. f. Kleine Körper erkalten unter den nämlichen Umständen eher, als größere, und je größer die Oberfläche eines Körpers ist, um desto eher erkaltet er auch, wenn er von einem kältern umgeben ist. Auch erkaltet ein Körper desto geschwinder, je kälter derjenige ist, den er berühret, er wird daher im Winter weit schneller kälter als im Sommer. In den ersten Augenblicken erkaltet ein Körper am schnellsten, in den folgenden aber nimmt das Erkalten beständig ab. Ob es aber ein Gesetz dieser Abnahme der Erkaltung gebe, ist noch nicht ganz ausgemacht. **Richmann** β) hat zwar in der Meinung gestanden, daß er folgendes allgemeine Gesetz gefunden habe: die Abnahmen der Wärmen in kleinen gleich angenommenen Zeiträumen verhalten sich wie die Unterschiede der Wärme des erkalten-

*) De argento vivo calorem celerius recipiente et celerius perdente quam multa fluida leuiora experimenta et cogitationes auct. *Wilh. Richmanno* in den commentat. petropolit. nov. Tom. III. p. 309.

β) Inquisitio in legem, secundum quam calor fluidi in vase contenti certo temporis interuallo in temperie aëris constanter eadem crescit et decrescit, et detectio eius, simulque thermometrorum perfecte concordantium construendi ratio hinc deducta in den commentat. petrop. nov. T. I. p. 147.

den Körpers und der Wärme der Luft oder derjenigen Materie, welche den erkaltenden Körper umgibt, und zeigt hiernach die Abnahme der Kälte zu berechnen, so wie Herr **Lambert** auf einem andern Wege in seiner Pyrometrie ähnliche Schlüsse herausbringt; allein Herr **Erxleben** *) hat gefunden, daß alle diese Regeln seinen darüber angestellten Versuchen widersprechen.

Auch bringt die Ausdünstung Kälte hervor, und darauf gründen sich verschiedene Mittel, die man sich in heißen Ländern bedienet, um das Getränk abzukühlen. Man gießt nämlich das Getränke entweder in Gefäße von einem schwammigen Steine, welcher die Feuchtigkeit beständig durchschwitzen läßt, und sie der trockenen Luft von außen zu einer schnellen Ausdünstung anbietet; oder man umwickelt das mit dem Getränke angefüllte Gefäß mit nassen Lappen; oder man gießt dasselbe in gegerbte lederne Beutel, welche es durchdringt, und hängt nachher den Beutel oder das Gefäß in den Wind; oder man vergräbt auch das Getränke in feuchte Erde, über welcher man ein schnell verloderndes Feuer anzündet, um sie zu trocknen.

Erscheinungen s. **Phänomene.**

Erschütterung elektrische, s. **Flasche, geladene.**

Erze, Minern (minerae metallorum, mines metalliques) nennt man im gemeinen Leben und überhaupt die Metalle in dem natürlichen Zustande, wie sie angetroffen werden; wissenschaftlich aber unterscheidet man diesen Zustand auf dreyerley Weise: wenn nämlich die Metalle mit allen Eigenschaften eines regulinischen Metalles schon im natürlichen Zustande versehen sind, so heißen sie **gediegene Metalle** (metalla nuda, natiua). Dergleichen findet man außer dem Golde bey einer sehr geringen Anzahl von Metallen; wenn sie verkalkt und bloß mit Wasser oder Kohlensäure vereinigt sind, so heißen sie **kalkförmige** (metalla

*) Legem vulgarem, secundum quam corporum certo temporis interuallo crescere et decrescere dicitur, ad examen reuocat *Ioh. Chr. Pol. Erxleben* in nov. comment. societ. Reg. Goetting. Tom. I. p. 74.

(metalla calciformia), und endlich wenn sie vom Schwefel aufgelöset, oder mit Arsenik oder mit einer Säure gemischt sind, so heißen sie **vererzte** (metalla mineralisata).

Wenn in den Erzen die Menge des Metalls die Menge des Schwefels, des Arseniks und anderer unmetallischen Erden übertrifft, so heißen sie im eigentlichen Verstande **Erze**. Enthalten sie aber mehr Schwefel, Arsenik und unmetallische Erde, als Metall, so nennt man sie **Kieße**.

Gemeiniglich erhalten die Erze von demjenigen Metalle ihre Benennung, welches aus ihnen die Ansehung der Gewinnung den größten Vortheil verspricht, wie z. B. Golderze, Silbererze, Kupfererze u. s. f.

Uebrigens finden sich die Erze beständig in Stein und Erden, vornehmlich in Spath und Quarz eingemengt. Dieses Gestein nennt man die **Metallmutter** oder **Gangart** (matrix metalli).

Von den Probirern werden die Erze in **leichtflüssige**, **strengflüssige** und **unflüssige** eingetheilet. Leichtflüssige heißen diejenigen, welche entweder für sich allein im mäßigen Feuer oder mit Zusatz eines gehörigen Auflösungsmittels leicht fließen; strengflüssige diejenigen, welche eine heftige und anhaltende Wirkung des Feuers nöthig haben, ehe sie ins Schmelzen kommen; unflüssige endlich diejenigen, welche im stärksten Feuer ohne Zusatz eines Auflösungsmittels gar nicht in Fluß kommen.

Essig (acetum, vinaigre) ist eine vegetabilische Säure, welche durch den zweyten Grad der Gährung geistiger Substanzen, als z. B. Wein, Bier u. s. f. erzeuget wird. M. s. **Gährung**.

Man kann Essig aus allen schleimig-zuckerartigen Stoffen des Pflanzenreichs erhalten, als z. B. vom Weine, von allen Sorten Obst u. d. g. Unter allen Arten von Essig hat der Weinessig unstreitig den Vorzug. Man erhält diesen auf folgende Art: wenn man Wein einer Temperatur von 18 bis 25 Grad nach Reaumur aussetzet, so nimmt man bald wahr, daß sich der Wein zu trüben anfängt, nachher von einer kahnigen

nigen Haut bedecket wird, und sich eine gewisse fadenartige Materie aus ihm trennt. Nach einiger Zeit wird er allmählig wieder klar und helle, jedoch hat er nun den geistigen Geschmack und Geruch gänzlich verloren, und ist zu einer völlig sauern Flüssigkeit umgeschaffen worden. Bey der Essigzubereitung sind als vorzügliche Bedingungen vorauszusetzen, daß eine Temperatur von 18 bis 25 Grad nach Reaumur da sey, und daß Sauerstoffgas gegenwärtig sey, und daß die Flüssigkeit noch schleimige Theile enthalte. Es bewirket demnach die Wärme eine chemische Trennung der Bestandtheile des Weins, wodurch diese fähig werden, den Sauerstoff aus dem Sauerstoffgas an sich zu ziehen; daher wird die qualitative Anziehung der Bestandtheile des Weins verändert, und muß daher ein ganz neues verändertes Produkt zu Stande bringen, welches eben Essig genannt wird. Die Bestandtheile des Essigs selbst sind wie beym Weine, Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff, nur ist, wie gesagt, die qualitative Verbindung der Bestandtheile beym Essig verschieden von der beym Weine. Bey dieser gewöhnlichen Essigbereitung behält der Essig immer noch viel wässeriges, wovon man ihn am leichtesten durchs Gefrieren befreyen kann. Weil die Essigsäure wie das Geistige beym Weine flüchtig ist, so kann man auch den Essig einer Destillation unterwerfen, und auf diese Weise einen reinern Essig erhalten, welcher zwar immer noch mit Wasser vermischt ist, aber doch keine schleimigen oder andere weinsteinartige Theile mehr enthält. Man nennt daher auch diesen Essig **destillirten Essig.**

Die specifische Schwere des Essigs ist nach **Musschenbroek** im Verhältnisse des Wassers = 1,011, und also nur etwas weniges größer als die des Wassers; er gefrieret aber eher als dieses.

Der Gebrauch des Essigs ist mannigfaltig, zur Bereitung der Speisen, in der Medicin, in der Färberey und in der Mahlerey.

Essiggährung s. **Gährung.**

Essigsäure (acidum aceti, acide du vinaigre) ist eine eigene Säure, die als ein Bestandtheil des Essigs ausmacht. Man kann sie gewinnen auf verschiedene Art: wenn man den Essig mit Alkalien, Erden und Metallkalken verbindet, so wird dadurch die Essigsäure mehr fixiret, daher das damit verbundene Wässerige durch Verdunstung davon geschieden werden kann; die auf diese Weise sehr concentrirte Essigsäure wird der **radikale Essig** (acetum radicale) genannt, oder auch der **Essig-Alcohol** (alcohol aceti). Noch besser wird aber diese concentrirte Essigsäure nach einer Methode, die **Westendorf** [α]) angegeben hat, erhalten: man sättiget nämlich reines Mineralalkali mit destillirtem Essig, seihet die Lauge durch, dunstet sie ab, bis zur Krystallisation, trocknet das daher erhaltene weiße und reine Salz, pulvert es und destilliret dieß mit einem Ueberguß von halb so vielem Vitriolöl aus einer Tubulatretorte im Sandbade ganz behutsam ab. Sollte diese übergegangene Essigsäure noch mit Schwefelsäure verunreiniget seyn, so rectificiret man sie am besten nach **Leonhardi** [β]) mit Thonerde. Diese erhaltene Essigsäure ist ungemein scharf, flüchtig und durchdringend von Geruch, völlig klar und helle, und trübt im reinen Zustande weder die salzsaure noch salpetersaure Schwererde, noch die sauern metallischen Auflösungen. Herr **Lowitz** [γ]) hat gefunden, daß man eine überaus concentrirte Essigsäure dadurch erhalten kann, daß man den Essig entweder mehrere Mahl dem Frost aussetzet, und dann aus dem Wasserbade abdestilliret, oder daß man 3 Theile essigsaures Mineralalkali, welches völlig ausgetrocknet und fein gepulvert worden, mit Schwefelsäure übersättigten Gewächsalkali im Sandbade bey gelinder Wärme destilliret. Diese dadurch über-

α) Diss. de optima acetum concentratum eiusdemque naphtham conficiendi ratione. Goetting. 1772. 4.

β) Macquers chymisches Wörterbuch. Th. II. S. 111. Anmerk.

γ) Ueber das Verfahren, den Essig bis zum höchsten Grade seiner Stärke zu concentriren, und in Krystallengestalt darzustellen, in Crells chem. Annalen 1790. B. I. S. 206 ff. S. 300 ff. J. 1793. B. I. S. 219 ff.

überaus verstärkte und bey 38 Grad nach Fahrenheit krystallisirbare Essigsäure nennt Herr **Lowitz Eisessig.** Es ist dieser entzündlich, wenn man ihn zuvor über dem Lichte erwärmet, und dann mit einem angezündeten Papiere berühret, und verbrennt mit leichter blauer Flamme.

Die neuere französische Nomenclatur unterscheidet die Säure des gemeinen destillirten Essigs von der des aus essigsauern Metallsalzen durch trockene Destillation zu erhaltenden concentrirten oder radikalen Essigs; jene nennt sie acide aceteux (acidum acetosum), diese acide acetique (acidum aceticum), und die mit der erstern bereiteten Neutral- und Mittelsalze acetites, die mit der letztern gemachten acetates. Es soll nämlich das acide aceteux noch nicht vollkommen mit Sauerstoff gesättiget seyn, dagegen dieß bey dem acide acetique Statt finde. Herr **Gren** nimmt aber diesen Unterschied nicht an, weil beyde Sorten bloß in dem verschiedenen Grade der Concentrirung verschieden seyn könnten.

Nach dem antiphlogistischen System besteht die Essigsäure aus Wasserstoff und Kohlenstoff, die durch den Sauerstoff gesäuert ist; nach dem phlogistischen System hingegen aus Wasserstoff, kohlensaurer Grundlage, die zusammen mit dem Sauerstoff die Essigsäure constituiren.

Die Essigsäure gibt mit den Alkalien und Erden verschiedene Neutral- und Mittelsalze: nämlich mit Pottasche die **essigsaure Pottasche** (alcali vegetabile acetatum, terra foliata tartari, acetite de potasse), welche weiße und blätterige Krystallen bildet, die an der Luft zerfließen und im Wasser leicht auflösbar sind; mit Soda, die **essigsaure Soda** (alcali minerale acetatum, acetite de soude), welche prismatische Krystallen gibt, die an der Luft verwittern und sich im Wasser auflösen; mit Ammoniak, das **essigsaure Ammoniak, Minderers Geist** (alcali volatile acetatum, spiritus Mindereri, acetite d'ammoniaque), welches sehr flüchtig und schwer zu krystallisiren ist; mit Kalkerde, die **essigsaure Kalkerde** (calx acetata, acetite de chaux) u. s. f.

M.

M. s. Gren systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. II. Halle 1794. §. 1943 u. f.

Eudiometer Luftgütemesser (eudiometrum, eudiomètre) ist ein Werkzeug, welches zur Prüfung der Salubrität der Luft dienen soll, ob diese nämlich zum Einathmen mehr oder weniger brauchbar, und folglich für die Erhaltung der Gesundheit des thierischen Körpers mehr oder weniger zuträglich sey.

Zur Erfindung dieses Instrumentes gab eine Luftart, das so genannte **Salpetergas**, Veranlassung, welche schon **Hales** [a]) entdeckte, und nachher von **Priestley** [b]) in Ansehung ihrer Eigenschaften und Wirkungen genauer untersuchet wurde. **Hales** erzählet nämlich, daß er aus dem waltonischen Kiese vermittelst der Salpetersäure eine Luft erhalten hätte, welche die atmosphärische Luft, wenn sie ihr beygemischt würde, verminderte, oder sie in ein kleineres Volumen zusammenbrächte. **Priestley** stellte nachher auf Anrathen des Herrn **Cavendish** Versuche mit Metallauflösungen in Salpetersäure an. Er erhielt auch wirklich aus einer Messingauflösung die von **Hales** beschriebene Luft, die er **nitröse** oder **salpeterartige Luft** nannte. Die auffallendste und wichtigste Erscheinung, die **Priestley** an dieser Luft wahrnahm, ist ihre Zerstörung durch respirable Luft. Wenn sich nämlich unter einem mit Wasser gesperrten Cylinder Salpetergas befindet, und man läßt zu diesem atmosphärische Luft treten, so entstehet sogleich eine Röthe, das Salpetergas verläßt seinen luftförmigen Zustand, und verwandelt sich in einen Nebel; dabey erzeuget sich Wärme, das Wasser steigt in den Glascylinder in die Höhe, und verschluckt die rothen Nebel. Bringt man auf solche Art so viel atmosphärische Luft hinzu, bis das Salpetergas gar keine Nebel mehr gibt, oder bis es gänzlich zerstöret ist, so nimmt nun die rückständige Luft nicht mehr so viel Raum ein,

[a]) Statik der Gewächse, nach der französischen Ausgabe übersetzet. Halle 1748. 4. S. 128. 224.

[b]) Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft, a. d. Engl. Th. I. Leipz. 1778. 8. S. 105.

ein, als die angewendete atmosphärische Luft allein eingenommen haben würde, und es scheint daher, als ob diese verloren gehe. Die rückständige verminderte Luft ist wahres Stickgas von eben der Art, als das durchs Verbrennen erzeugte. Es läßt sich aber hierbey kein ganz gewisses Verhältniß festsetzen, wie viel atmosphärische Luft nämlich zur gänzlichen Zersetzung einer bestimmten Quantität vom Salpetergas nöthig ist, weil die atmosphärische Luft in Ansehung der Reinigkeit verschiedene Grade besitzet, und nur nach Maßgabe der darin befindlichen Lebensluft die Zerstörung des Salpetergas und die Verminderung der atmosphärischen Luft erfolget. Bringt man also auf die vorerwähnte Art Lebensluft zum Salpetergas, so ist die Röthung weit stärker, die Erwärmung beträchtlicher und die Verminderung des Volumens sehr groß. Bey der größten Reinigkeit beyder Luftarten muß folglich eine gänzliche Zerstörung derselben erfolgen.

Je reiner also die respirable Luft ist, desto größer ist ihre Verminderung mit dem Salpetergas, und desto auffallender sind alle Erscheinungen dabey. Alle irrespirable Luftarten aber zersetzen das Salpetergas ganz und gar nicht, sondern dieß bleibt mit denselben im luftförmigen Zustande verbunden, auch erleiden sie keine Verminderung ihres Umfanges. Hieraus ist also leicht zu begreifen, daß die atmosphärische Luft und das Salpetergas eine desto größere Verminderung erleiden, je reiner die atmosphärische Luft ist.

Diesen Erfahrungen gemäß hat man folgende Sätze als wahr angenommen:

1. Je größer die Verminderung des Volumens bey der Vermischung der atmosphärischen Luft und des Salpetergas ist, desto reiner ist die atmosphärische Luft, und daher zum Einathmen und zur Erhaltung des thierischen Lebens desto tauglicher.

2. Im Gegentheil, je geringer die Verminderung des Volumens bey einer solchen Vermischung ist, desto unreiner

ist

ist die atmosphärische Luft, und daher zum Athemhohlen und zur Erhaltung des thierischen Lebens desto untauglicher.

3. Eine jede andere Luftart, welche mit Salpetergas vermischt gar keine Verminderung erleidet, ist mephitisch, und daher zum Athemhohlen und zur Fortsetzung des thierischen Lebens ganz untauglich.

Die Einrichtung des Eudiometers gründet sich nun ganz darauf, die Salubrität der atmosphärischen Luft durch das Salpetergas zu prüfen. Es würde daher nur darauf ankommen, ob man sich von der Wahrheit dieser angeführten Sätze ganz allgemein überzeugen könne. Allein die Erfahrung lehret, daß die atmosphärische Luft viele Stoffe enthalten könne, die der Gesundheit des Menschen nachtheilig sind, und welche gleichwohl die Salpeterluft nicht zersetzt; im Gegentheil können auch wohl verschiedene Stoffe in der atmosphärischen Luft enthalten seyn, welche das Salpetergas nicht zersetzt, und doch heilsam wären. So ist z. B. die atmosphärische Luft allezeit mehr oder weniger feucht; bey Vermischung des Salpetergas aber mit feuchter atmosphärischer Luft wird diese durch jenes Gas wegen der großen Verwandtschaft mit der Feuchtigkeit getrocknet, und wegen dieser Trocknung wird sich die atmosphärische Luft merklich zusammenziehen müssen; also rühret die Verminderung der vermischten Luftmasse zum Theil mit von ihrer Trocknung her, welche folglich nach Verhältniß bey einer feuchten Luft mehrentheils größer ist, als bey einer trockenen. Daher wird auch jene gesünder als diese zu seyn scheinen. So fand der Herr de Saussüre die Alpenluft um desto schlechter, je höher er hinauf stieg; wahrscheinlich bloß dieserwegen, weil sie immer trockener ward. Ueber den hohen Eisflächen, wo die Luft immer feucht war, schien sie ihm auf ein Mahl wieder besser zu werden. Eben so fand auch Herr Ingenhouß die feuchte Seeluft gesünder, als die trockene Landluft. Und mehrentheils scheint auf dem Lande bey hellem Wetter und hohem Barometerstande die Luft schlechter als beym Regen und verminderten Drucke der Atmosphäre. Eben so kann

eine Mischung aus drey Theilen entzündbarem, kohlensaurem Gas und einem Theile Lebensluft bey den eudiometrischen Versuchen sich als respirable zeigen, ob sie gleich hierzu schädlich und nachtheilig ist. Man kann also durchs Eudiometer, als welches seiner Einrichtung nach nichts weiter zeiget, als ob die atmosphärische Luft mehr oder weniger Lebensluft enthalte, nicht die absolute Heilsamkeit und Güte einer solchen Luft fürs Athemhohlen und für andere Actionen des thierischen Lebens bestimmen, und so verdienet also dieses Instrument den Nahmen Eudiometer im eigentlichsten Verstande nicht.

Priestley selbst war bereits im Jahre 1772 der erste, welcher ein sehr einfaches Instrument dieser Art bekannt machte. Es besteht dieses aus einer gläsernen Flasche oder Phiole, die er das **Maß** nennet, und welche ungefähr eine Unze Wasser enthalten kann, nebst noch zwey anderen Glasröhren. Der Durchmesser der einen Glasröhre beträgt etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll und der der anderen $\frac{1}{4}$ Zoll, deren Länge drey Fuß ist. Diese lange Röhre dienet zur Einnahme der zu prüfenden Luft und des Salpetergas; dieserwegen sind auch die Räume, in welche sich die geprüfte Luft ausdehnet, durch eingeschnittene Striche bemerket, und ein jeder davon in 1000 Theile getheilet. Das Maß wird nun zuerst mit Wasser angefüllt, und in umgekehrter Lage mit der Oeffnung über die Oeffnung des Trichters einer mit Wasser gefüllten Wanne des pnevmatisch chemischen Apparats gebracht. Hierauf wird nun in dieses Maß die zu prüfende Luft durch den Trichter eingelassen, welche sich in demselben zu oberst hingibt, und das Wasser herunter preßt. Dieses Maß Luft wird sodann in die $1\frac{1}{2}$ Zoll breite Glasröhre gelassen, ohne dieselbe mit der bloßen Hand zu berühren. Auf die nämliche Art wird nun auch das Maß mit Salpetergas angefüllt, und in eben die Glasröhre gelassen, die Mischung dieser beyden Luftarten wird nun in die große gläserne abgetheilte Röhre übergebracht, und diese, ohne sie zu schütteln, ins Wasser versenkt, bis die Wasserfläche innerhalb der gläsernen Röhre mit der äußern Wasserfläche zu

sammen

sammenfällt, wobey nun der Raum, welchen zwey Maß Luft nach der Vermischung ausfüllen, in Hunderttheilen eines Maßes bemerket werden kann. Dieses Verfahren, so einfach es auch an sich ist, ist doch verschiedenen Fehlern ausgesetzet; schon eine nur gering abweichende Temperatur kann verschiedene unter einander stark abweichende Resultate hervorbringen, anderer Umstände, die sich dabey einfinden können, nicht zu gedenken. Ueberhaupt erfordert der Gebrauch des Eudiometers eine sehr große Genauigkeit, und viele Uebung; auch muß das Salpetergas, wenn die Versuche einstimmig ausfallen sollen, ganz rein seyn. Selbst die Unvollkommenheit in der Struktur des Eudiometers kann verschiedene sehr abweichende Resultate hervorbringen. Nach Verschiedenheit der Größe der Entbindungsflasche, worin das Salpetergas zubereitet wird, kann diese mit mehr oder weniger Stickgas durch die Zersetzung der atmosphärischen Luft in der Flasche vermischt seyn; und dieses Stickgas wird dann mit Unrecht der geprüften respirablen Luft zu geschrieben.

Der Gedanke des Herrn **Priestley** mittelst des Salpetergas die Reinigkeit der atmosphärischen Luft zu prüfen, ward von andern Naturforschern mit Beyfall aufgenommen, und sie suchten die erste Erfindung auf mannigfaltige Weise abzuändern und zu verbessern. Der Abt **Felix Fontana** *) schlug acht von der priestley'schen Erfindung verschiedene neue Werkzeuge vor, welche alle dieses mit einander gemein haben, daß eine jede Luftart in ein eigenes dazu besonders bestimmtes Behältniß gebracht wird. Hierauf werden beyde Luftarten zusammengelassen, da sodann die Größe der Veränderung des Volumens das Quecksilber angibt. Bey den vier ersten geschiehet dieses durchs Abwägen des Quecksilbers, bey den vier andern aber durch den verschiedenen Stand in einer Glasröhre mittelst eines angebrachten Maßstabes. Alle diese Werkzeuge haben aber weiter keinen Beyfall erhalten, weil das Salpetergas das Quecksilber angreift,

 und

*) Descrizione eduso di alcuni stromanti per misurare la salubrita dell' aria. in Firenze 1774. 4.

und daher die zu erwartenden Resultate ungemein zweifelhaft macht.

Nicht lange darnach gab der Ritter **Marsiglio Landriani** *) in Mayland eine ganz andere Einrichtung dieses Werkzeuges an, und benannte selbiges zum ersten Mahle Eudiometer, welchen Nahmen alle übrige Einrichtungen dieser Art behielten. Es besteht dieses sein Eudiometer aus einer ovalen gläsernen Flasche, die an beyden entgegengesetzten Oeffnungen mit gläsernen oder elfenbeinernen Hähnen versehen sind. Aus der untern Oeffnung dieser Flasche geht eine Glasröhre, welche überall gleich weit ist, hinab; das untere Ende dieser Röhre besitzet ein Ventil, und steht in einem kleinen Becken im Wasser. Dieser ganze Apparat ist an ein hölzernes Gestelle gebracht, welches neben der langen Glasröhre eine Skale enthält, deren Länge in 24, jeder Theil wiederum in 12 Theile eingetheilet ist. Am obern Hahne ist eine Blase mit Salpetergas angefüllt gebunden. Der Gebrauch dieses Eudiometers ist folgender: die Flasche und Röhre werden mit Wasser angefüllt, hierauf der obere Hahn mit der daran gebundenen Blase aufgeschraubet, und aus letzterer so viel Salpetergas in die Flasche gedruckt, bis diese ganz mit dem Salpetergas angefüllt und das Wasser hinabgedruckt ist. Hiernächst werden nun beyde Hähne verschlossen, das kleine mit Wasser gefüllte Becken wird hinabgethan, damit das Wasser aus der Glasröhre auslaufen, und diese sich mit atmosphärischer Luft füllen könne. Nachdem nun dieses wirklich geschehen, so wird das Becken wieder in die gehörige Stelle gebracht, die untere Oeffnung der Röhre ins Wasser getaucht, und der Hahn zwischen der Flasche und der Röhre geöffnet. Da nun hierdurch beyde Luftarten in Berührung kommen, so erfolgt auch die Verminderung des Volumens der atmosphärischen Luft, und es muß daher das Wasser durch den äußern Druck der

*) Ricerche fisiche intorno alla salubrità dell' aria in Milano 1775. 8. auch in *Rozier* journal de physique. Octob. 1775. Landriani Untersuchung der Gesundheit der Luft. Basel 1778. 8.

der Atmosphäre in der gläsernen Röhre in die Höhe getrieben werden, wodurch die Verminderuug des Volumens durch die abgetheilte Skale sehr leicht bestimmt werden kann. Mit diesem Eudiometer hat Herr **Landriani** die Luft in den Gebirgen bey Pisa immer reiner gefunden, je höher er hinaufstieg, dagegen um den Vesuv immer schlechter, je näher er dem Krater kam; auch fand er bey den pontinischen Sümpfen, beym Sirocco, in der Hundsgrotte u. s. f. die Luft von schlechter Beschaffenheit. Nachdem er seine Reise vollendet hatte, schenkte er dieses Instrnment dem Dr. **Priestley**.

Auch Herr Dr. **Ingenhouß** gab sich zu eben dieser Zeit Mühe, das Werkzeug zur Bestimmung der Luftgüte zu verbessern. Er beschrieb zwey neue Einrichtungen dieser Art in einem Briefe an Pringle, welcher im Jahre 1776 in der königlichen Societät der Wissenschaften zu London vorgelesen, und in ihre Schriften aufgenommen wurde *). Das eine Werkzeug hat folgende Einrichtung; eine kupferne Röhre besitzet zwey Hähne, an deren einem Ende eine Flasche von Federharz sich befindet, das andere Ende aber in eine Glasflasche eingeschraubet werden kann. Von der Mitte dieser kupfernen Röhre geht eine andere rechtwinklig umgebogene kupferne Röhre herab, die einen Hahn besitzet, und endiget sich in eine Glasröhre von 2 bis 3 Fuß Länge, welche in 100 gleiche Theile abgetheilet ist. Diesen Apparat gebrauchte Herr **Ingenhouß** auf diese Art: er goß ein halbes Loth verdünnte Salpetersäure auf ein Quentchen Eisenfeile in die Glasflasche, woraus sich das Salpetergas entwickelte; hierauf druckte er die Flasche vom Federharz, welche atmosphärische Luft enthielt, zusammen, um beyde Luftarten in der kupfernen Röhre mit einander zu vermischen. Nachdem sich nun das Eisen aufgelöset hatte, so verschloß er die Hähne in der kupfernen Röhre, und brachte die gläserne in gleiche Theile abgetheilte Röhre in Quecksilber. Hierauf öffnete er nun

*) Philosoph. transact. Vol. LXVI. S. 257.

den unterhalb der Federharzflasche, und den an der gebogenen Röhre befindlichen Hahn, wodurch das Quecksilber durch den äußern Druck der Atmosphäre in die gläserne Röhre hinauf stieg, und die Verminderung des Volumens an der Theilung anzeigte. Diesen Apparat verwarf aber **Ingenhouß** bald selbst wieder, indem die entwickelten Salpeterdämpfe das Kupfer auflöseten, und das ganze Verfahren selbst falsche Resultate hervorbringen mußte.

Das andere von **Ingenhouß** angegebene Werkzeug hatte folgende Einrichtung: eine im Durchmesser $\frac{1}{12}$ pariser Zoll und $2\frac{1}{2}$ Fuß lange an beyden Seiten offene Glasröhre ward in 100 gleiche Theile abgetheilet. Diese Röhre brachte er über ein mit Eisenfeil und Scheidewasser angefülltes Fläschgen, um es mit Salpetergas zu füllen; hierauf hielt er beyde Oeffnungen der Röhre mit den Daumen zu, brachte die untere Oeffnung in ein Gefäß mit Quecksilber, und ließ durch die Oeffnung der Röhre an beyden Seiten einen Zoll hoch Quecksilber hineintreten. Hiernächst verschloß er die Röhre wieder, und brachte sie verschlossen in eine horizontale Lage, in welche er durch abwechselndes Oeffnen und Verschließen die darin befindliche kleine Quecksilbersäule bis in die Mitte laufen ließ, wobey dieselbe aus dem einen Ende gerade so viel Salpetergas austreibt, als durch das andere Ende atmosphärische Luft hineingelassen wird. Wenn nun das Quecksilber in der Mitte der Röhre sich befand, so schüttelte er die Röhre mit verschlossenen Oeffnungen stark hin und her, welches vorzüglich zur leichtern Vermischung beyder Luftarten beytrug. Zuletzt brachte er die untere Oeffnung der Röhre wieder in das Gefäß mit Quecksilber, öffnete das untere Ende, indem er noch das obere verschlossen hielt. Da nun hierdurch die Vermischung beyder Luftarten eine Verminderung des Volumens hervorgebracht hatte, so mußte natürlich das Quecksilber in der Röhre aufsteigen, und dadurch die Verminderung des Volumens anzeigen. Allein auch von dieser Methode ist **Ingenhouß** bald wieder abgegangen.

Im

Im Jahre 1777 beschrieb der Herr **von Magellan** α) drey neue Eudiometer, welche sehr zusammengesetzet waren. Man findet diese drey Eudiometer vollständig beschrieben und abgebildet beym **Cavallo** β). Das erstere hat folgende Einrichtung: eine durchaus gleich weite 12 bis 15 Zoll lange gläserne Röhre (fig. 44.) ab ist oben mit einem eingeriebenen gläsernen Stöpsel a versehen; an dem untern Ende aber ist ein Gefäß cf recht passend eingeschliffen, welches noch zwey andere Oeffnungen besitzet, in welche ebenfalls kleine Phialen d und e passend eingeschliffen sind. Der innere Raum beyder Phialen zusammengenommen muß ungefähr dem der Röhre ab gleich seyn. Der messingene Ring g läßt sich an der Röhre hin und herschieben, und mittelst einer Stellschraube allenthalben befestigen. Außerdem ist nun noch ein hölzernes oder messingenes Lineal in gleiche Theile abgetheilet, welches durch ein Paar messingene halbe Ringe an die Röhre ab fest gemacht werden kann. Wenn man diesen beschriebenen Apparat gebrauchen will, so wird der Stöpsel a abgenommen, und das ganze Instrument unters Wasser in der Wanne gebracht, so daß sich das Gefäß cf, die beyden Phialen d und e und die Glasröhre ab ganz mit Wasser anfüllt, da es sodann mit dem Stöpsel a wieder verschlossen wird. Den untern Theil des Instrumentes läßt man etwa bis zur Hälfte der Röhre im Wasser, nimmt hierauf eine von den beyden Phialen d und e ab, und füllt sie mit der zu prüfenden Luft, und bringt sie wieder an ihre gehörige Stelle; eben so wird auch die andere mit Salpetergas gefüllt, und gleichfalls wieder an gehörigen Ort gebracht. Hiernächst wird

α) Description of a glass-apparatus etc. together with the description of some new Eudiometers or Instruments for ascertaining the Whole someness of respirable air, in a letter to the Rev. D. *Priestley*; Lond. 1777. 8. Beschreibung eines Glasgeräths, vermittelst dessen man mineralisches Wasser in kurzer Zeit ꝛc. machen kann, wie auch einiger Eudiometer in einem Sendschreiben an Dr. Priestley, a. d. Engl. übers. u. mit Zus. erläut. von C. F. Wenzel. Dresden 1780. S. 24. 24. 49. fig. 8. 15. 16.

β) Abhandlung über die Eigenschaften der Luft a. d. Engl. Leipz. 1783. gr. 8. Taf. II. fig. 22. 23. 24.

das ganze Instrument aus dem Wasser herausgenommen, und das Gefäß c f so herumgedrehet, daß die beyden Phiolen d und e zu unterst und der Bauch c f zu oberst kommen, wodurch die beyden Luftarten, die in beyden Phiolen enthalten sind, über die Wasserfläche in den Bauch c f treten, sich daselbst mit einander vermischen, und die Verminderung des Volumens bewirken. So bald man das Gefäß e f herum gedrehet hat, muß das Instrument wieder bis an die Mitte der Röhre ins Wasser getauchet, und der Stöpsel a oben weggenommen werden. Wenn nun auf beschriebene Weise die Verminderung des Luftvolumens erfolget ist, so wird natürlich das Wasser in der Röhre a b herabfallen. Wenn die Verminderung des Luftvolumens den höchsten Grad erreichet hatte, so glaubte Herr **Magellan** wahrgenommen zu haben, daß alsdann das Volumen wieder ein wenig zunehme, und dieserwegen gebrauchte er den messingenen Ring mit der Stellschraube, um den Punkt, wo die Wasserfläche still gestanden hatte, genau zu bezeichnen; allein dieses Vorgeben hat sich nicht bestätiget gefunden. So bald nun die Verminderung des Luftvolumens völlig aufgehöret hat, so füllt er die Röhre a b mit Wasser wieder voll, verschließt sie mit dem Stöpsel a, und wendet sie so, daß nun die verminderte Luft aus dem Gefäße in die Röhre hinaufsteigen kann. Nun nimmt er das Gefäß c f ganz ab, bringt die Röhre so weit ins Wasser, bis die Wasserfläche in der Röhre mit der äußern zusammenfällt, und mißt sodann an dem Lineale das Volumen der beyden Luftarten ab. Auf dem Lineale ist nun bemerkt, wie viele Theile mit den beyden innern Räumen der Phiolen d und e zusammengehören. Gesetzt also, die beyden Räume wären dem Raume der Röhre selbst genau gleich, d. h. beyde Luftarten würden in der Röhre zusammengenommen die 100 gleichen Theile betragen, oder ihre Räume würden mit den 100 Theilen der Röhre zusammengehören, so ließe sich nun auch die Größe der Verminderung der vermischten Luftmasse nach **Magellan** leicht bestimmen. Nähmen nämlich die beyden Luftarten in der Vermischung nur noch 50 Theile ein, so

so wären 50 Theile verloren gegangen, und es wäre nun nach **Magellan** der Grad der Salubrität der atmosphärischen Luft $= \frac{50}{100} = \frac{1}{2}$ u. s. f.

Die übrigen beyden von **Magellan** angegebenen Eudiometer sind eben so wie dieses beschriebene zusammengesetzet, und gar nicht weiter in Gebrauch gekommen.

Nachher sind noch eine sehr große Menge von dergleichen Werkzeugen angegeben worden, welche sich alle von der ersten einfachsten und daher auch besten Einrichtung zu weit entfernet haben, und welche hier zu beschreiben zu weitläuftig seyn würde. Dergleichen haben beschrieben Achard [α]), **Gerardin** [β]), **Stegmann** [γ]), **Cavendish** [δ]) **Senebier** [ε]) und andere.

White [ζ]) gebrauchte zu seinen Beobachtungen über die Salubrität der Luft zu York eine gemeine Barometerröhre, welche eine solche Weite hatte, daß etwa ein Unzenglas voll Luft 134 Decimaltheile eines englischen Zolles darin einnahm. In diese Röhre brachte er unter dem Wasser vermittelst gläserner Trichter ein Unzenglas voll Luft hinein, und that gleich ein halbes Unzenglas voll Salpetergas hinzu, und bemerkte sogleich den Raum, welchen beyde Luftarten im ersten Augenblicke einnahmen, aber auch den, welchen sie nach $\frac{1}{2}$ Stunde noch einnahmen. Der letztere von dem er-

α) Sur la mesure de la salubrité de l'air, renfermant la description de deux nouveaux Eudiomètres in den nouv. Mém. de l'Acad. de Prusse 1778. Tab. V. fig. 1. 2. Ueber das Maß der Reinigkeit der Luft, nebst der Beschreibung zweyer neuer Eudiometer; in Achards Sammlung phys. und chemisch. Abhandl. B. I. Berlin 1784. S. 317.

β) In *Rozier* journal de physique Mars 1778.

γ) Beschreibung eines Luftmessers der gesunden und ungesunden Luft. Cassel 1778. 8.

δ) Philos. transact. Vol. LXXIII. P. I. imgl. im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. II. St. 3. S. 151.

ε) Mémoires physico-chymiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les êtres des trois regnes de la nature à Geneve 1782. 8. T. I. fig. 2. Tom. II. fig. 3.

ζ) Philosoph. transact. Vol. LXVIII. P. I. n. 13. übers. in den Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. B. 2. St. 4. S. 412.

stern abgezogen gab die Verminderung des Luftvolumens an, und bestimmte die Reinigkeit der Luft.

Herr **de Saussüre** *) bediente sich auf seinen Reisen durch die Alpen zu dieser Absicht einer gläsernen Flasche welche einen eingeriebenen Stöpsel hatte, nebst einem kleinen Gläschen oder Maße, welches etwa $\frac{1}{5}$ der Flasche hielt, und einer kleinen Wage. Dieser ganze Apparat war so eingerichtet, daß er in ein Kästchen gepackt, und leicht auf Reisen mitgenommen werden konnte. Zuerst wiegt Herr **de Saussüre** die mit Wasser angefüllte Flasche, und läßt hierauf unter dem Wasser durch einen Trichter zwey Maß atmosphärische Luft und ein Maß Salpetergas hinein. So bald sich diese beyden Luftarten mit einander vermischen, und die Größe des Volumens vermindern, so dringt das Wasser in die Flasche. Nun verschließt er die Flasche unter dem Wasser, schüttelt sie, öffnet sie wieder, damit etwa neues Wasser hineindringen könne, und wiederhohlet dieses Verfahren jederzeit drey Mahl. Zuletzt wird diese Flasche zugestopft, ganz rein abgetrocknet und wieder gewogen. Wenn nun dieses letztere Gewicht von dem erstern abgezogen wird, so gibt der Rest das Gewicht der Wassermenge an, welche den Raum der vermischten und verminderten Luftmasse ausfüllt, und ist folglich desto größer, je geringer die Verminderung ist oder je weniger Lebensluft die atmosphärische Luft enthält.

Da aber alle diese Eudiometer wenig zuverlässige und einförmige Resultate geben, so ging man wieder auf die erste und einfachste Erfindung zurück, welche bloß einige Verbesserung von **Fontana**, **Cavallo**, **Ingenhouß** und **Luz** erhielt. Die Verbesserung, welche der Abt **Fontana** anbrachte, ist mit dessen Genehmigung von Dr. **Ingenhouß** ß) beschrieben worden. Es besteht dieses priestley'sche von Fontana verbesserte Eudiometer aus zwey Stücken, dem großen und kleinen Maße. Das große Maß ist eine

14

α) Reise durch die Alpen, a. d. Franz. Leipz. 1781. 8. Th. II. S. 578.
β) Versuche mit Pflanzen ꝛc. a. d. Engl. Leipz. 1780. 8.

14 bis 20 Zoll lange Glasröhre, welche vollkommen cylindrisch ist, und im Durchmesser ½ Zoll hat. Sie ist durch gemachte Einschnitte ins Glas in gleiche drey Zoll lange Theile eingetheilet, wovon ein jeder Theil wieder in 100 Theile abgetheilet werden kann, die jedoch nicht selbst aufs Glas getragen, sondern auf eine eigene an der Röhre bewegliche Skale eingeschnitten sind. Es bestehet diese Skale aus zwey gleich langen Stäben von Messing, welche unten und oben an messingene Ringe gelöthet sind. Uebrigens ist die Röhre (fig. 45.) ab selbst unten bey cd kegelförmig ausgearbeitet. Das kleine Maß (fig. 46.) ist eine kleine Phiole h, welche genau so viel Raum einnimmt, als eine Eintheilung von 3 Zoll des großen Maßes. Diese Phiole paßt mit ihrer Oeffnung in eine messingene kurze trichterförmige Röhre h, durch deren Mitte ein Schieber k vor die Oeffnung der Phiole h gehet. Vermittelst dieses Schiebers wird die in der Phiole befindliche Luft von der überflüssigen in der konischen Höhlung h abgesondert. Wenn man nun diese Phiole unter Wasser bringt, und sie in diesem umkehret, so wird auch diese überflüssige Luft weggeschafft. Auf diese Weise ist also beständig eine gleiche Menge von Luft in der Phiole eingeschlossen. Um nun dieses zweyte Maß mit einer Luftart anzufüllen, wird es zuerst mit Wasser voll gemacht, und nun mit der Oeffnung nach aufgemachtem Schieber auf den Trichter der mit Wasser gefüllten Wanne des pnevmatisch-chemischen Apparats gebracht. Hiernächst wird die Luftart im Wasser durch den Trichter in die Phiole gelassen, diese durch den Schieber verschlossen, und im Wasser umgekehret, damit die überflüssige im konischen Theile h befindliche Luft herausgehe. Auf diese Weise wird man nun eine bestimmte Quantität von dieser Luftart in dem kleinen Maße haben. Um nun diese in das große Maß zu leiten, muß dieses ebenfalls mit Wasser angefüllet werden; hierauf hält man es umgekehrt ins Wasser, bringt das kleine Maß umgekehrt mit dem konischen Theile h unter die Oeffnung b, macht die Schieber auf, und läßt die Luft aus der Phiole in

das große Maß übergehen. Auf diese Weise bringt man zuerst in das große Maß zwey kleine Maß von der zu prüfenden Luft, und thut alsdann ein kleines Maß Salpetergas hinzu. So bald dieses verrichtet ist, so wird das große Maß vom Brete der Wanne hinweggenommen, und im Wasser stark geschüttelt, darauf in einem mit Wasser gefüllten messingenen Cylinder (fig. 47.) rrrr gebracht, so daß die Wasserfläche im großen Maße mit der äußern im Cylinder zusammenfällt, und in selbigem ein bis zwey Minuten in der senkrechten Stellung ganz ruhig stehen gelassen, damit das Wasser ablaufen könne. Nun wird die Skale am großen Maße so verschoben, daß ihr unteres Ende oder die Null mit der Wasserfläche im großen Maße gleich stehet, wobey zugleich die Zahl an der Skale mit der dazu gehörigen Hauptabtheilung am Glase des großen Maßes bemerket wird. Nun läßt man von neuem ein kleines Maß Salpetergas hinzu, schüttelt das große Maß unterm Wasser wie vorher, läßt es abermahls im messingenen Wasserbehälter 1 bis 2 Minuten ruhig stehen, stellt gehörig die Skale, und bemerkt auch hier die Zahl derselben. Zuletzt läßt man noch ein drittes kleines Maß Salpetergas hinzu mit dem nämlichen eben angegebenen Verfahren. Diese drey Maß Salpetergas sind nun hinlänglich um zwey Maß atmosphärische Luft ganz zu zersetzen. Nach Beendigung dieser Operation werden die bemerkten Zahlen der Skale mit den bis an das obere Ende des großen Maßes noch übrig bleibenden Hauptabtheilungen von den in das große Maß gelassenen kleinen Maßen, jedes für 100 gerechnet, abgezogen; der Rest gibt alsdann die Verminderung des Luftvolumens. Wenn z. B. nach diesem beschriebenen Versuche eine Hauptabtheilung des großen Maßes bey der Zahl 12 der Skale gestanden hätte, und es wären bis an das obere Ende noch 2 Hauptabtheilungen übrig gewesen, so hätte das zurückgebliebene Volumen 212 Theile betragen; diese nun von 500, als dem Volumen der fünf kleinen Maße zusammengenommen, subtrahiret, gibt die Verminderung des vermischten Luftvolu-

Luftvolumens 288 Theile. Man sieht wohl, daß es bey dieser Operation vorzüglich auf eine hinlängliche Uebung ankomme, wenn man gleichförmige Resultate erhalten will.

Cavallo *) suchte diese ganze Einrichtung dadurch noch einfacher zu machen, daß er den messingenen Wasserbehälter ganz wegließ, und dagegen am obern verschlossenen Ende des großen Maßes entweder einen Ring oder eine Schleife anbrachte, womit es an einem messingenen Haken der pnevmatischen Wanne aufgehangen werden konnte. Auf der Skale zählt er die Hunderttheile an dem einen Stabe vom obern Ringe herab, und an dem andern von unten hinauf. Bey dem Versuche selbst läßt er zwey kleine Maß atmosphärische Luft, und ein Maß Salpetergas in das große Maß, schüttelt es hierauf 15 Sekunden lang im Wasser der pnevmatischen Wanne, und hängt es an dem Haken so auf, daß die Wasserfläche in dem großen Maße etwa zwey Zoll über der Wasserfläche in der Wanne stehet. Nun schiebt er die Skale so, daß der obere Rand des untern Ringes mit der Wasserfläche in dem großen Maße zusammenfällt, bemerkt alsdann, welche Theilung mit einem Striche am großen Maße gleich stehet. Man nehme z. B. an, der 44 Theilungsstrich der Skale von oben herabgerechnet treffe mit dem 2ten Strich am großen Maße zusammen, so schreibt er dafür II, I; 2,44 d. h. zwey Maß atmosphärische Luft, und ein Maß Salpetergas sind durch die Vermischung auf 2,44 Maß zurückgebracht worden. Hierauf läßt er ein zweytes Maß Salpetergas hinzu, und verfähret damit eben so, wie bereits ist angezeiget worden; fiel hierbey z. B. der 24te Theilstrich der Skale mit der dritten Hauptabtheilung am großen Maße zusammen, so bezeichnet er dieß nun durch II, II; 3,24. Die andere Abtheilung der Skale, die von unten hinauf gerechnet wird, gebrauchet er in dem Falle, wenn es nicht angehet, daß man den untern Ring der Skale an die Wasserfläche bringen kann, und man folglich den obern Ring daran bringen und von oben herab zählen muß.

Dieß

*) Abhandlung über die Eigenschaften der Luft. S. 112.

Dieß nämliche Werkzeug gebrauchet auch Dr. **Ingenhouß**, mischet aber dabey nur ein Maß von jeder Luftart zusammen. Das kleine Maß hält er unter dem Wasser bey dem Schieber 15 Sekunden lang, damit es die Temperatur des Wassers annehme, und von der Hand nicht erwärmet werde. Das Salpetergas bereitet er stets von neuem aus Kupfer. Wenn dieses nun in das große Maß ist geleitet worden, so schüttelt er es 30 Sekunden lang unter dem Wasser, und bringt es nachher in den messingenen Wasserbehälter rrrr. Diesen ganzen Apparat läßt er nun so eine Minute lang in der Wanne stehen, und gießt beständig Wasser darüber, damit das große Maß eben die Temperatur erhalte, welche das Wasser in der Wanne hat. Endlich schiebt er die Null der Skale auf das äußerste Ende der Wassersäule im großen Maße, und gibt acht, wie viele Theile von zwey kleinen Maßen oder von 200 Theilen der Skale übrig geblieben sind.

Luz *) hat an der Einrichtung dieses Eudiometers keine wesentliche Veränderung vorgenommen, sondern bloß, wie **Cavallo** gethan hatte, den messingenen Wasserbehälter weggelassen. Er hängt nämlich, wie **Cavallo**, das Eudiometer an einen Haken der Wanne auf. Auch bleibt nach **Luz** Vorschriften die Skale fest und unbeweglich, erstreckt sich aber über drey Hauptabtheilungen des großen Maßes; eine jede von diesen Abtheilungen wird aber durch ein hineingelassenes Maß Luft besonders bestimmt, und in 100 Theile eingetheilet, so daß 300 Unterabtheilungen auf die Skale kommen. Das Verfahren, welches dabey zu beobachten ist, beschreibt er ganz genau, und gibt diese Bezeichnungsart an:

a. 200, b. 200, c. 204.

d. h. zwey Maß atmosphärische Luft und 2 Maß Salpetergas nehmen vermischt 204 Theile der Skale, oder 2,04 Maß Raum ein. Die Verminderung des Luftvolumens ist $d = a + b - c$ oder 196 Theile.

Seit-

*) Anweisung das Eudiometer des Fontana zu verfertigen, und zum Gebrauche bequemer zu machen. Nürnb. u. Leipz. 1784. 8.

Seitdem sind noch vom Herrn **Wilke** [α]) zwey andere Einrichtungen und vom Herrn **Späth** [β]) in Altorf eine veränderte Einrichtung des priestleyischen Eudiometers angegeben worden, welche hier zu beschreiben zu weitläuftig ist.

Bey aller nur möglichen Vorsicht, welche man beym Gebrauche des Eudiometers anwendet, ist es doch wegen verschiedener beständig eintretender Umstände ganz unmöglich, richtige Resultate zu erwarten, und der Herr Hofrath **Lichtenberg** [γ]) sagt ganz richtig, daß es uns nicht so wohl an Schriften über das Eudiometer und an Eudiometern fehle, als an einer eigentlichen Eudiometrie. Wegen dieser Irrthümer, welche durch die Anwendung des Salpetergas so leicht vorfallen können, hat man andere Einrichtungen von Eudiometern angegeben, welche aber auf ganz andern Gründen beruhen.

Herr **Scheele** [δ]) nimmt ein Gemenge aus einem Theile fein gepulverten Schwefel mit zwey Theilen ungerosteten Eisenfeil, welches mit Wasser befeuchtet, und in einem verstopften Glase schon eine Zeitlang aufbewahret worden ist. Beym Versuche wird dieses Gemische in eine Schale gethan, und auf ein Fußgestelle gesetzt, das unter einem mit atmosphärischer Luft gefüllten, und mit Wasser gesperrten Glascylinder sich befindet. Dieß Gemenge wird sich bald zu erhitzen anfangen, und die Luft im Glascylinder vermindern; ist nun das Gemenge in gehöriger Quantität da, so wird dadurch alle Lebensluft, welche in der atmosphärischen Luft enthalten ist, zersetzt, und der Ueberrest ist Stickgas. Hat man also die Luft vorher im Cylinder gehörig abgemessen, so gibt auch der übrigbleibende Theil das Stickgas an, wie viel die ihm beygemischt gewesene Lebensluft betrug. Allein auch

α) Neue schwed. Abhandl. B. IV. 1785; auch im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. III. St. 4. S. 106 u. f.

β) Grens Journal der Physik. B. III. S. 179 u. f.

γ) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre 6te Auflage. S. 212.

δ) *Rozier* journal de physique Janv. 1781; deutsch in Leonhardi Uebers. von Scheelens chemisch. Abhandl. von Luft und Feuer. Leipzig 1782. S. 269.

auch bey dieser Methode bleibt noch sehr viel unsicheres übrig, indem sich entzündbares Gas aus dem verwitternden Gemenge entwickeln kann.

Herr Dr. **Ackermann** [α]) that den Vorschlag, die Salubrität der atmosphärischen Luft durch das stärkere oder schwächere Verbrennen des Weingeistes innerhalb einer gegebenen Zeit zu finden. Um die Menge des verbrennenden Weingeistes zu erforschen, gebrauchet er eine sehr empfindliche Wage mit einem Gradbogen, auf welche er das Gefäß mit dem Weingeiste vor dem Versuche ins Gleichgewicht bringet. Herr **Ackermann** hat zwar hierüber selbst keine Versuche angestellet; allein Herr **Scherer** [β]) führet verschiedene an, welche aber alle unter gleichen Umständen ganz verschieden von einander ausgefallen sind. Daraus schließt Herr **Scherer**, daß in Rücksicht des Weingeistes, des veränderlichen Drucks und der Temperatur der Atmosphäre, imgleichen ihrer trockenen und feuchten Beschaffenheit, so viele Schwierigkeiten bey dieser Methode eintreten, daß man sich nicht sicher werde darauf verlassen können.

Auch hat man sich des Verbrennens des Phosphors zu dem Zwecke, die Quantität der Lebensluft in einem bestimmten Raume von atmosphärischer Luft zu finden, bedient. Hierauf hat Herr **Seguin** [γ]) in Verbindung mit **Lavoisier** ein Eudiometer von dieser Einrichtung gegründet: es wird eine Röhre von Crystallglas von 7 bis 8 Zoll Höhe und etwa 1 Zoll im Durchmesser am obern Ende verschlossen, hierauf mit Quecksilber gefüllt, und in ein Gefäß mit Quecksilber gestellt. Durch dasselbe läßt man ein kleines Stück Phosphor, welches specifisch leichter als Quecksilber ist, hinaufsteigen, und welches vermittelst einer glühenden Kohle, die

α) Versuch über die Prüfung der Luftgüte. Leipzig 1791. 8.

β) Bemerkungen über die Prüfung der Luftgüte mittelst des brennenden Weingeistes, in den Sammlungen physikalischer Aufsätze von einer Gesellschaft böhmischer Naturlehrer, herausg. von Dr. Joh. Mayer. B. II. Dresd. 1792. gr. 8. Nro. 16.

γ) Annales de chymie par M. *Guyton*, *Lavoisier*, *Monge* etc. Tom. IX. à Paris 1791. 8. p. 293 sqq.; in Grens Journal der Physik. B. VI. S. 148 f.

die man von außen an die gläserne Röhre, ohne sie zu berühren, bringt, geschmolzen wird. Alsdann läßt man kleine Theile von der zu prüfenden Luft, die man vorher in einem graduirten Glase sorgfältig gemessen hat, in der Glasröhre in die Höhe steigen. Wenn nun genug Phosphor vorhanden ist, so wird die zu prüfende Luft gänzlich zersetzt; den rückständigen Theil der Luft bringt man in ein kleines graduirtes Glas zur Messung; der Unterschied des Volumens vor und nach dem Versuche wird alsdann die Quantität von Lebensluft anzeigen, welche die bestimmte Quantität atmosphärischer Luft enthielt. Allein auch gegen diese Methode lassen sich verschiedene Zweifel erheben. Nach Herr **Göttlings** Versuchen nämlich, selbst nach seinen allerneuesten (wiewohl er vielen Widerspruch gefunden hat) leuchtet auch der Phosphor in reinem Stickgas; daher ist es sehr wahrscheinlich, daß sich nach dieser Methode außer der Lebensluft auch Stickgas zersetzt, wodurch der Gehalt an Lebensluft natürlich größer gefunden wird, als ihn die gemeine Luft enthält, indem zugleich der zersetzte Theil des Stickgas dazu gerechnet wird.

Giobert *) hat ebenfalls ein Eudiometer mit Phosphor beschrieben, das er zur Untersuchung der Luft in den Bädern zu Vaudier und in Turin gebrauchte. Der rückständige Theil der Luft nach der Verbrennung des Phosphors bestand aus Stickgas und etwas kohlengesäuertem Gas; um nun die Menge des letztern zu entdecken, brachte er den rückständigen Theil in Berührung mit Kalkwasser, und bemerkte die Verminderung desselben. Auf diese Weise fand **Giobert** das Verhältniß der Lebensluft, des Stickgas und kohlengesäuerten Gas zu Turin wie 27, 71, 2, im Bade zu Vaudier wie 25, 72, 3, in einem Käsegewölbe wie 24, 70, 6.

Auch

*) Des eaux sulphurenses et thermales de Vaudier. Turin. 1793. 8. p. 64.

Auch Herr **Reboul** *) gründet ein Eudiometer auf das Verbrennen des Phosphors, indem er eine sehr starke Verwandtschaft zur Basis der Lebensluft habe, sein Verbrennen leicht von Statten gehe und dabey doch kein luftförmiges Produkt liefere. Die Einrichtung des Eudiometers ist folgende: an das Ende einer gehörig calibrirten Glasröhre, deren Durchmesser im Lichten wenigstens $2\frac{1}{2}$ bis 3 Linien, und welche etwa 5 bis 6 Zoll lang ist, läßt man eine Kugel blasen, deren Inhalt etwas größer als zwey Mahl und etwas kleiner als drey Mahl der Inhalt der Röhre ist. Den ganzen Inhalt dieses Instrumentes theilet man in vier gleiche Theile ein, mißt alsdann die Länge des Theiles an der Röhre, welcher den vierten Theil des ganzem Inhalts begreift, und verzeichnet eine Skale, welche diesen Raum in 25 Theile theilet. Jeder dieser Grade ist folglich $\frac{1}{25}$ des vierten Theils des Inhalts des Instrumentes und also $\frac{1}{100}$ des ganzen Inhaltes. Sollte die Graduirung tausend Theile zeigen, so kann man den ganzen Inhalt des Instrumentes in 5 gleiche Theile theilen, und das eine Fünftel wieder in 100 Grade, wo dann ein jeder Grad $\frac{1}{500} = 0{,}002$ vorstellen wird. Die auf Papier gezeichnete Skale klebt man ganz genau mit etwas arabischem Gummi auf das Glas; sie muß sich über 25 Grade erstrecken, braucht aber nicht über 30 Grade des ganzen Inhaltes zu gehen. In diesen kleinen graduirten Kolben muß man nun eine bestimmte Menge von Luft mit einem Stückchen Phosphor hermetisch verschließen und darin verbrennen können, ohne daß die mindeste Luft während des Verbrennens verloren gehe, oder nach dem Verbrennen von außen hinein treten könne. Zu diesem Zwecke ist an das Ende des Halses dieses Kölbchens eine eiserne cylindrische Röhre, die etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll lang ist, angekittet. An dem einen Ende ist sie mit einer Mutterschraube versehen, deren Schraubengang wenigstens $\frac{1}{4}$ Linie tief ist, und erstreckt sich etwa 3 Linien herab.

*) Déscription d'un Eudiomètre atmosphérique in den annales de chymie Tom. XIII. p. 38 f. in Grens neuem Journal der Physik. B. I. S. 374 f.

herab. Diese Oeffnung wird vermittelst einer sehr kurzen Schraube verschlossen, deren Kopf viereckig und noch mit einigen Scheiben von Leder bedecket ist. Nach Hrn. **Grens** Bemerkung ist es zur Genauigkeit des Werkzeuges nöthig, den Inhalt der eisernen Röhre, wenn sie durch die Schraube verschlossen ist, mit in Anschlag auf die Skale zu bringen; man müßte denn den Inbegriff des zum Verbrennen angewandten Phosphors dafür annehmen können. (fig. 48.) a b ist das Kölbchen oder das Eudiometer, woran das cylindrische hohle Eisenstück a gekittet ist; d ist die kleine Schraube mit dem viereckigen Kopfe, die das Loch a des eisernen Cylinders verschließt. Um diese Schraube in die Mündung fest zu zwängen, dient der Schlüssel e, dessen beyde Arme in zwey correspondirende Einschnitte i, i greifen, die in den obern Theil der eisernen Röhre mit der Feile gemacht sind. Hat man nämlich das Ende der Schraube in die Oeffnung des Cylinders gebracht, so stellt man den viereckigen Kopf desselben in ein passendes Loch, worin sie sich nicht drehen kann, und drehet hierauf mittelst des Schlüssels e den eisernen Cylinder, worum das Instrument eingekittet ist, so lange, bis das dazwischen liegende Leder sich nicht weiter zusammen drücken läßt. Das Eudiometer wird dadurch so vollkommen geschlossen, als ob es hermetisch versiegelt wäre. Wenn man nun vor dem Verschließen ein Stückchen Phosphor hineingebracht hat, so ist zur Hervorbringung des Verbrennens und der Absorption der Lebensluft nichts weiter nöthig, als daß man die Kugel des Kolbens über eine Lichtflamme hält. Der Phosphor entzündet sich plötzlich; die durch die Hitze ausgedehnte Luft sucht zu entweichen; sie wird aber durch den brennenden Phosphor bald verschluckt, verliert ihre Elasticität, und dieser Antheil von verschluckter Luft wird auf weniger als 0,001 ihres Volumens zurückgebracht. Um diese Absorption vollständig zu machen, muß man die Kugel drey bis vier Mahl über die Lichtflamme halten, damit die Hitze den Phosphor unterstütze und sich der geringen Luftmenge bemächtige, die dem ersten Verbrennen entgangen seyn konnte. Uebri-

gens sieht man leicht ein, daß man bey jedem Versuche eine überflüssige Dosis Phosphor anwenden muß. Um die Quantität der Lebensluft zu bestimmen, die in jedem Versuche verschluckt wird, fehlet weiter nichts, als das Eudiometer zu öffnen, während seine Mündung in irgend einer Flüssigkeit stehet, die in den Hals aufsteigen und den Raum der vom Phosphor verschluckten Luft ersetzen könne. Herr **Reboul** ziehet jeder andern Flüssigkeit das Quecksilber vor, und bedienet sich eines cylindrischen Gefäßes oder Etui's von dichtem Holze, das bis zu einer Tiefe von etwa 5 Zoll eine viereckige Höhlung hat, worin der viereckige Kopf der Schraube ohne merkliches Reiben gut paßt. Diese viereckige Höhlung wird beynahe ganz mit Quecksilber angefüllt, und darauf das Ende des Eudiometers hineingestellet, nachdem das Verbrennen völlig vorüber und alles wieder abgekühlet ist. Vermittelst des Schlüssels e kann man die Schraube leicht los machen. Das Quecksilber tritt nun sogleich in der Röhre in die Höhe. Man muß dann das Eudiometer in das Quecksilbergefäß tiefer einsenken, und Sorge tragen, daß die Flüssigkeit in der Röhre in einerley wagrechten Ebene stehe. Die Skale zeigt nun zugleich die Menge der verschluckten Lebensluft an, indem diese Menge genau durch das Volumen des Quecksilbers, das in den Kolben getreten ist, angegeben wird. Zuletzt führet Herr **Reboul** an, daß er dieses Instrument in seiner Construktion noch einfacher und zur Untersuchung aller luftförmigen Flüssigkeiten, welche einen Antheil von Lebensluft enthalten, anwendbar zu machen gesucht habe. Man blase nämlich eine Kugel an eine ganz kurze aber weitere Glasröhre, läßt die Skale ganz weg, und erfährt die Quantität der zersetzten Lebensluft durch das Abwiegen des in das Eudiometer getretenen Quecksilbers.

Der Bürger **Guyton Morveau** *) hat noch ein neueres Eudiometer angegeben, welches sich auf die Eigenschaften des Schwefelgewächsalkali (sulfure de potasse) gründet. Diese Materie schien ihm ein richtigeres Resultat zu geben, als das

*) Grens neues Journal der Physik. B. III. S. 318.

das Salpetergas, Wasserstoffgas, der Phosphor oder das Gemenge von Schwefel und Eisen, welche Materien zu diesem Zwecke bisher allein wären vorgeschlagen worden. Die Einrichtung dieses Eudiometers ist folgende: man nimmt eine kleine gläserne Retorte (fig. 49.) a b, welche etwa 12 bis 15 Centiliters faßt, und sieht dahin, daß sie gehörig gekrümmt sey, damit, wenn der Hals vertikal stehet, die Höhlung des untern Theils des Bauches die daselbst liegenden Materien gehörig zurückhalte. Das Ende b des Halses dieser Retorte muß matt geschliffen seyn, um in eine gläserne Röhre c d von 20 bis 25 Centimeters Länge genau und luftdicht einzupassen. Auch braucht man ein cylindrisches Gefäß, worin man die Gasröhre ganz untertauchen kann. Hierauf verfertiget man sich Schwefelgewächsalkali (Schwefelleber aus Gewächsalkali), welches man in gehörig kleine Stücken zerbricht, damit sie in die Retorte gebracht werden können. Will man nun mit einer luftförmigen Flüssigkeit Versuche machen, um die dabey befindliche respirable Luft abzuscheiden und zu schätzen, so bringt man zwey oder drey Stücke Schwefelleber von der Größe einer Erbse in die Retorte, füllt sie mit Wasser voll, wobey man durch gehörige Neigung derselben alle Luft aus dem Bauche derselben wegschafft, hält ihre Mündung mit dem Finger zu und bringt sie dann auf das Gesimse der pnevmatischen Wanne, um nach der gewöhnlichen Art das zu prüfende Gas hinaufzulassen. Wenn man hierbey die Retorte wiederum gehörig und wechselseitig nach verschiedenen Richtungen neigt, so gelangt man leicht dahin, alles Wasser aus derselben zu schaffen, so daß bloß die Schwefelleber in dem Bauche bleibt. Ist dieß geschehen, so hält man den Retortenhals vertikal, setzt sein geschmirgeltes Ende in die Glasröhre, die man unter der Wasserfläche hält, und nähert eine brennende Kerze der untern Fläche des Bauches der Retorte. Der erste Eindruck der Hitze dilatirt das Gas, so daß es in die Röhre c d hinabsteigt, die eben darum da ist, um es aufzunehmen, und zu verhindern, daß nicht ein Theil davon verloren gehe, welches

dann nicht verstatten würde, die Verminderung des Gas mit Genauigkeit zu bestimmen. So bald aber die Schwefelleber anfängt aufzuwallen, so steigt das Wasser wieder mit Schnelligkeit in die Höhe, und zwar nicht bloß in der untern Röhre, sondern bis in den Hals der Retorte, ungeachtet der noch fortdauernden Anbringung oder Vermehrung der Wärme von außen; und wenn die Retorte Lebensluft enthält, so ist die Absorption total. Wenn es atmosphärische Luft ist, so mißt man nach dem Erkalten die Quantität des Wassers, das in die Retorte getreten ist, welche genau die Quantität des absorbirenden Gas angibt. Man muß aber nicht unterlassen, das Rückständige bey demselben Drucke zu sperren, dadurch, daß man die Retorte bis zum Anfang des Gas eintaucht, ehe man die Oeffnung zustopft. Die Operation des Messens, welche mit graduirten Messingsgefäßen sehr leicht vollbracht wird, kann auch vermittelst einer auf Papier geschriebenen überfirnißten Skale, die längs dem Halse der Retorte aufgeklebt und gehörig durch Ausmessung bestimmt worden ist, verrichtet werden.

M. s. Abhandlung über die Eigenschaften der Luft, und der übrigen beständig elastischen Materien von **Tiberius Cavallo** a. d. Engl. übers. Leipzig 1783. *Erici Viborg* tentamen Eudiometriae perfectioris in publ. Acad. Reg. societ. Havniensis conventu d. 25. April. 1783. praemio coronatum. Havniae 1784. 8. mit Kupfern. Geschichte der Luftgüte-prüfungslehre für Aerzte und Naturfreunde kritisch bearbeitet von **J. And. Scherer.** Wien 1785. 8. 2 Theile.

Expansible Flüssigkeiten, ausdehnbare, elastische Flüssigkeiten (fluida expansibilia, elastica, fluides expansibles, élastiques) heißen diejenigen flüssigen Materien, welche sich in einem jeden Raume, in welchem sie sich befinden, nach allen Seiten hin ausbreiten oder auszubreiten streben. Es ist bereits unter dem Artikel **Elasticität** angeführet worden, daß diese ihrer Natur nach so wohl attraktiv als expansiv seyn kann. Die Erfahrung lehret, daß vorzüg-

vorzüglich bey flüssigen Materien die expansive Elasticität Statt findet, ob man sie gleich unmöglich bey festen Körpern ausschließen kann; es bleibt aber in jedem besondern Falle schwer zu entscheiden, ob die expansive Elasticität ursprünglich, oder abgeleitet sey. Daher muß es nothwendig verschiedene Materien geben, bey denen die Grade der Expansion gar sehr verschieden sind, indem sich sehr viele erst durch die Einwirkung einer andern expansiven Materie als merklich expansiv zeigen. Ob nun gleich nach der dynamischen Lehrart alle Materie ursprüngliche Expansion besitzet, so trifft man sie doch vorzüglich bey einigen Materien in einem sehr hohen Grade an, und in dieser Rücksicht kann man gar wohl die Flüssigkeiten in tropfbare und in expansible Flüssigkeiten eintheilen, ob man gleich diesen letzten Flüssigkeiten, eben weil sie flüssig sind, die kugelförmige Gestalt in ihren kleinen Theilen nicht absprechen kann, nur sind unsere Sinneswerkzeuge zu unvollkommen, diese Gestalt an ihnen wahrzunehmen. Es ist daher der Tadel des Herrn **Hube** *), den er an der Eintheilung der flüssigen Materien in tropfbare und expansible Flüssigkeiten aussetzet, nicht ganz ungegründet, wie Herr **Gehler** β) glaubt; nur muß man alles nach dem dynamischen und nicht nach dem atomistischen System beurtheilen.

So wenig es aber vollkommen elastische und unvollkommen elastische Materien gibt, und gleichwohl diese Eintheilung beym wissenschaftlichen Vortrage ihren großen Nutzen hat, eben so kann auch die Eintheilung wegen der beyden äußersten Grade der Expansionen in tropfbare und expansible Flüssigkeiten gar wohl an sich bestehen.

Herr **de Lüc** γ) hat sich von den expansiblen Flüssigkeiten folgende Theorie entworfen: nach ihm heißen **ausdehnbare Flüssigkeiten** diejenigen, die man gewöhnlich elasti-

*) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. I. 1793. Vorrede S. XIII.

β) Physikalisches Wörterbuch. Th. V. S. 378.

γ) Neue Ideen über die Meteorologie an verschiedenen Stellen.

elastische oder expansible Flüssigkeiten nennt. Er siehet die Flüssigkeit jederzeit als aus diskreten Flüssigkeiten zusammengesetzet an, welche fähig sind, sich in jedem freyen Raume auszudehnen, wenn sie nicht einer andern Ursache, als ihrer Ausdehnbarkeit gehorchen.

Die Ausdehnbarkeit rühret von der Bewegung ihrer Theilchen her, und der Druck, welchen sie ausüben, von dem Stoße derselben entweder gegen die Theilchen anderer Körper oder gegen einander selbst. Bisweilen aber verlieren sie durch diese Stöße entweder alle ihre Bewegung oder doch weniger oder mehr von ihrer Geschwindigkeit. Es müssen folglich die Stöße von desto größerer Wirksamkeit seyn, je größer der Raum ist, den die Theilchen seit ihren letzten Stößen durchlaufen haben.

Statt der wechselseitigen Zurückstoßung der Theile, welche einige Physiker, die sie gleichfalls als diskret betrachten, für die Ursache ihrer Ausdehnbarkeit halten, gebrauchet Herr **de Lüc** lieber die Ausdrücke: **erhaltene** und **erneuerte** Bewegung der Theilchen; **erhaltene**, wenn sie in ihrer Bewegung nichts aufhält; **erneuerte**, wenn sie diese, es sey durch Stöße, oder indem sie in die Zusammensetzung anderer Substanzen eingehen, verloren haben.

Diesem gemäß setzt er das Licht unter die ausdehnbaren Flüssigkeiten, weil es dieser Erklärung völlig entspricht, indem seine Theilchen diskret sind, und ihre Zerstreuung in jedem freyen Raume von ihrer Bewegung herrühret.

Den Theilchen verschiedener ausdehnbarer Flüssigkeiten eignet er auch Bewegungen von verschiedener Art zu, und versteht darunter, daß ihre progressive Bewegung nach den Wegen, die von der geraden Linie auf verschiedene Weise abweichen, geschieht. Diese Unterschiede machen einen wesentlichen Theil von den unterscheidenden Kennzeichen der verschiedenen Flüssigkeiten aus. Herr **de Lüc** setzt noch hinzu, daß dieß nicht einfache hypothetische Gesetze sind, indem es seinen Grund in den Phänomenen habe, auch finde

jede von diesen verschiedenen Bewegungen ihre mechanischen Ursachen in dem System des Herrn le Sage.

Alle ausdehnbare Flüssigkeiten, welche unsern Versuchen unterworfen sind, das Licht ausgenommen, haben ein unmittelbares fortleitendes Fluidum (fluide déférent), und eine oder mehrere bloß schwere Substanzen (substance purement graue). Das erstere ist das, was expansibel macht, und vielleicht selbst wieder zusammengesetzet. So ist z. B. bey den Wasserdämpfen der Wärmestoff das fortleitende Fluidum, der Wärmestoff selbst aber aus einer eigenen Basis und dem Lichte, als fortleitendem Fluidum, zusammengesetzet.

Atmosphärische Flüssigkeiten nennt Herr de Lüc diejenigen, bey denen die Geschwindigkeit ihres Falles zur Erde ein merkliches Verhältniß hat mit der Geschwindigkeit ihrer eigenen Bewegung. Aus dieser Ursache bleiben sie an der Erde und bilden ihre Atmosphäre. Diejenigen von diesen Flüssigkeiten, welche weder durch das Quecksilber noch durch das Glas dringen, und daher die Barometersäule nur von außen drucken, sind die groben atmosphärischen Flüssigkeiten; sie bilden das bekannte Gewicht der Säulen der Atmosphäre, und können sogar gewogen werden. Es gibt aber noch andere weit zartere atmosphärische Flüssigkeiten, so wie z. B. das Feuer und die elektrische Materie, deren Gewicht uns noch nicht bekannt ist, theils weil sie wegen ihrer Feinheit unsern Wagen entgehen, und theils weil sie noch durch andere in ihnen selbst liegende Ursachen verhüllt oder verborgen werden.

Unter diesen ausdehnbaren Flüssigkeiten gibt es eine gewisse Classe, bey welcher die schwere Substanz mit dem fortleitenden Fluidum nur schwach gebunden ist, mithin beyde durch bloßen Druck getrennet werden können, so wie selbst das fortleitende Fluidum durch sein bloßes Bestreben nach Gleichgewicht diese schwere Substanz verlassen kann. Bey diesen ist auch selbst die ausdehnende Kraft verhältnißmäßig desto größer, je mehr fortleitendes Fluidum mit ihnen

zusammentritt. In diese Classe gehören die Dämpfe oder Dünste. M. s. **Dämpfe.**

Eine Aehnlichkeit mit den Dünsten zeigen die feinen Flüssigkeiten, als Feuer und das elektrische Fluidum. Bey diesen sind ebenfalls das fortleitende Fluidum und die schwere Substanz schwach unter einander verbunden, daher sie auch durch Druck und Bestreben nach Gleichgewicht zersetzet werden. Auch wird ihre ausdehnende Kraft durch eine größere Menge fortleitenden Fluidums größer. M. s. **Elektricität, Feuer.**

Noch gibt es unter den gröbern Flüssigkeiten eine Classe, bey welcher das fortleitende Fluidum mit der schweren Substanz genauer verbunden sind, und daher nicht mehr durch bloßen Druck oder durch Bestreben nach Gleichgewicht zersetzet werden, sondern sich nur durch chemische Mittel trennen lassen. Diese heißen permanent-elastische oder luftförmige Flüssigkeiten, Luftgattungen. Aller Wahrscheinlichkeit nach erhalten sie ihre Permanenz durchs Hinzukommen einer dritten Substanz, woraus es alsdann begreiflich wird, wie sich die gröbern Dünste in Luft verwandeln können.

Man sieht leicht ein, daß sich diese Theorie ganz auf willkürliche Hypothesen stützt, die auf keine Weise durch irgend eine Erfahrung bewiesen werden können. Man muß sie also als ganz unstatthaft verwerfen, ob es gleich nicht zu läugnen ist, daß manche unerwartete Aufschlüsse aus ihnen hergeleitet werden; allein bey genauerer Betrachtung erhellet ganz deutlich, daß sie den Thatsachen selbst schon angepaßt sind.

Ueberhaupt ist die atomistische Lehrart nicht vermögend, nur irgend einen Grund von der Expansibilität der flüssigen Materien anzugeben. Daher auch schon Herr **Gren** in seiner zweyten Ausgabe seiner Naturlehre eine eigene von Natur in der Materie vorhandene Expansivkraft oder Dehnkraft annahm, und sie als Grundkraft betrachtete, ob diese gleich keinesweges mit dem atomistischen System vereinbar seyn konnte. Nachdem er aber der dynamischen Lehrart bey-

getreten

getreten ist, hat er sich von den expansiblen oder eigentlich elastischen Flüssigkeiten folgende Vorstellung gemacht *). Nach seiner Theorie zeigen diese ganz und gar keinen den Sinnen bemerkbaren Zusammenhang ihrer Theile, und die anziehende Kraft ihrer Theile ist durch die stärker wirkende abstoßende Kraft derselben ganz aufgehoben. Sie müßten vermöge dieser überwiegenden expansiven Kraft nach allen Seiten hin ohne Grenzen sich verbreiten, wenn nicht Schwerkraft eigener Theile oder überwiegende Anziehungskraft fremder Stoffe dagegen dieß verhinderte, und so ihrer Expansion Grenzen setzte. Er theilet die elastischen Flüssigkeiten ein in **an sich expansible** und **durch Mittheilung oder Ableitung expansible.** Die erstern, wie der Wärmestoff, besitzen ihre expansive Elasticität ursprünglich, wenigstens kennten wir bey dem Wärmestoffe keine Substanz, und unsere Sinne zeigten uns auch keine, von der wir seine überwiegende Expansivkraft ableiten könnten. Die Luftarten und Dämpfe hingegen besäßen eine abgeleitete Expansibilität, und verdankten dieselbe dem Wärmestoffe. Er unterscheidet ferner **rein expansible** und **schwere expansible Flüssigkeiten.** Bey den ersten, wie bey dem Wärmestoffe und Lichte, folgen die Theile in ihrer Bewegung außer der Expansivkraft, sie sey ursprünglich oder abgeleitet, keiner andern Grundkraft, und sie verbreiten sich von dem Orte aus, wo die abstoßende Kraft ihrer Materie thätig zu werden anfängt, nach allen Richtungen zu mit gleicher Leichtigkeit, und nur die ihrer Expansivkraft entgegen wirkende Anziehung anderer Grundstoffe kann der Verbreitung derselben ins Unendliche Grenzen setzen. Diese rein elastischen Flüssigkeiten heißen auch **strahlende.** Zur leichtern geometrischen Construktion der Begriffe bey der Erklärung der Erscheinungen der rein expansiblen Flüssigkeiten sey es zwar erlaubt, sich die Verbreitung derselben in Strahlen, und als diskreter Theilchen in geraden Linien vorzustellen; aber in der Wirklichkeit sey diese atomistische Vorstellungsart durch nichts zu erweisen. Vielmehr erfüllten sie, wie

*) Grundriß der Naturlehre. Dritte Auflage 1797. 8. §. 131 f.

wie alle Materien, auch bey der größten Dünne, ihren Raum mit Continuität. Die schweren expansiblen Flüssigkeiten, wie die Luftarten und Dämpfe, besitzen alle eine abgeleitete expansive Elasticität.

Allein diese Theorie des Herrn **Gren** befriedigt mich ebenfalls nicht. Die Eintheilungen, welche Herr **Gren** von den expansiblen Flüssigkeiten gegeben hat, scheinen mit sich selbst nicht bestehen zu können, und selbst der Natur nicht gemäß zu seyn. Meiner Meinung nach hat es hiermit folgende Beschaffenheit: nach der dynamischen Lehre läßt sich keine Materie ohne abstoßende und anziehende Kraft gedenken; bey der Vorstellung der Materie also muß nothwendig anziehende und zurückstoßende Kraft zugleich gedacht werden. Daher ist alle Materie expansiv, und der Unterschied der größern und geringern Expansion liegt nicht in der Mittheilung, sondern bloß in dem unendlich verschiedenen Grade der Expansivkraft; hiermit wird aber keinesweges geläugnet, daß die Expansion durch die Einwirkung einer andern größern expansiven Kraft mehr Leben oder Wirksamkeit erhalten könne, und in dieser Rücksicht als abgeleitet betrachtet werden müsse. Es würde aber offenbar zu irrigen Begriffen führen, wenn man mit Herrn **Gren** die expansibeln Flüssigkeiten in an sich expansible und durch Mittheilung oder Ableitung expansible eintheilen wollte, indem hieraus nothwendig folgen müßte, daß es Materien gebe, welche gar keine Expansivkraft besäßen, sondern diese erst durch Mittheilung von andern Materien erhielten, welches selbst den ersten Grundsätzen des Herrn **Gren** entgegen wäre, da er selbst wesentliche Zurückstoßung aller Materie annimmt. Ueberhaupt ist es auch nach richtigen Principien unmöglich, einer Materie Expansion mitzutheilen, wenn sie diese nicht schon ursprünglich hat. M. s. **Mittheilung der Bewegung**. Es ist also irrig, wenn Herr **Gren** sagt, daß die Luftarten und Dämpfe ihre Expansibilität allein dem Wärmestoffe zu verdanken hätten; es haben jene nur in so fern dem Wärmestoffe ihre Expansibilität zu verdanken, in so fern ihre ursprüngliche Expansibilität dadurch mehr Wirk-

samkeit

samkeit erlangt, und in so fern ist sie nun auch abgeleitet. Es ist aber auch ferner ohne Anziehungskraft keine Materie möglich, weil sie sich durch Abstoßung ihrer Theile allein ins Unendliche zerstreuen, und in einem anzugebenden Raume gar nicht anzutreffen seyn würde, wofern nicht Anziehungskraft derselben Schranken setzet. Wenn also nach Herrn **Grens** Meinung die rein expansible Flüssigkeit der Expansivkraft allein folgte, so würden wir nirgends eine solche Flüssigkeit antreffen können, wofern nicht eine Anziehungskraft entgegen wirkte. Wir würden daher unmöglich Wärmestoff und Licht sammeln, vermehren und vermindern können, welches doch alles der Erfahrung völlig entspricht, wenn jene Stoffe allein der Expansivkraft folgten. Zwar sagt Herr **Gren**, daß die Anziehung anderer Materie der Verbreitung der rein expansiblen Flüssigkeiten ins Unendliche Schranken setze; allein es ist auch dieß unmöglich, wenn nicht die Materie ursprüngliche Anziehung hat, um die größere mit der geringern vergleichen zu können. Die Eintheilung der rein expansibeln und schweren expansibeln Flüssigkeiten gründet sich auf die irrige Vorstellung, die sich Herr **Gren** von der Schwerkraft gemacht hat. Es würden alle Materien mithin auch alle Körper von unserer Erde entfliehen, wenn diese nicht die weit größere anziehende Kraft unserer Erdmasse an die Erde fesselte. Es ist ein Körper nur in so fern schwer, als er von der größern anziehenden Kraft der Erde gegen dieselbe getrieben wird, welche ihn also mit gleichförmig beschleunigter Geschwindigkeit anziehet. Selbst der Wärmestoff ist von dem Zuge der Erde nicht ausgenommen, und muß auch in so fern gegen die Erde schwer seyn. Würde der Wärmestoff und das Licht von der Erde nicht angezogen, mithin jene Stoffe gegen diese nicht schwer seyn, so würden sie von uns entfliehen, und es wäre uns folglich unmöglich, diese Stoffe auf unserer Erde zu sammeln. Daß wir ihre Schwere nicht bemerken, davon kann der Grund in verschiedenen Umständen liegen; es können nämlich unsere Werkzeuge und alle anzuwendende Mittel viel zu grob seyn, ihre Schwere zu bemerken, oder auch, welches mir

mir noch wahrscheinlicher ist, sie können gegen alle mit Materie ausgefüllte Räume im ganzen Weltraume gleich stark angezogen werden; hieraus ließe sich alsdann leicht begreifen, daß diese Stoffe vermöge ihrer ursprünglichen Expansion nach allen Richtungen hin mit gleicher Leichtigkeit sich bewegen könnten. M. s. **Schwere.**

M. s. Ideen über die Meteorologie von **de Lüc** aus dem Franz. übers. Berlin und Stettin 1787. 2 Theile 8. **W. A. E. Lampadius** kurze Darstellung der vorzüglichsten Theorien des Feuers ꝛc. Göttingen 1793. 8. S. 51 u. f. Grundriß der Naturlehre von **F. A. C. Gren.** Halle 1797. 8. §. 131 f.

Expansivkraft s. **expansible Flüssigkeiten, Kraft, zurückstoßende.**

Experiment s. **Versuch.**

Experimentalphysik (physica experimentalis, physique expérimentale). Unter diesem Ausdrucke versteht man einen Theil der Naturlehre, welcher sich bloß damit beschäftiget, die Eigenschaften und Wirkungen der sinnlichen Körper durch Erfahrungen und insbesondere durch Versuche zu erweisen. Da die gesammte Naturlehre aus Datis der Erfahrungen hergeleitet werden muß, diese aber für sich betrachtet gar keinen Nutzen gewähren könnten, wenn wir sie nicht zur Untersuchung der Eigenschaften und der davon abhängenden Wirkungen der körperlichen Dinge anwendeten, so sieht man leicht, daß Versuche unter mancherley abgeänderten Umständen zur Erforschung der Eigenschaften der Körper ungemein viel beytragen können, wenn sie mit aller möglichen Vorsicht in dieser Absicht sind angestellet worden. Ueberhaupt gibt es in der Naturlehre nur einen kleinen Theil, welcher auf den Nahmen einer eigenen Wissenschaft Anspruch machen kann; dieser ist nämlich derjenige, wo Mathematik angewendet wird. Dieser Theil muß aus dem Begriffe der Materie überhaupt hergeleitet werden, vor der Experimentalphysik vorhergehen, und dieser nicht nur nicht widersprechen, sondern sie vielmehr aufs kräftigste unterstützen;

und

und dieser ist der eigentliche theoretische Theil. Alle übrige Schlüsse, die aus den Erfahrungen, also aus Beobachtungen und Versuchen hergeleitet werden, müssen nothwendig mit diesen unzertrennlich verbunden bleiben, und es ist ganz zweckwidrig, diese Schlüsse bey der Voraussetzung der aus Erfahrungen abgeleiteten Resultate, in einem gewissen Zusammenhange unter dem Nahmen der dogmatischen Physik besonders vorzutragen, und hinwiederum die Versuche allein ohne daraus zu ziehende Schlüsse auf die Natur der Körper unter dem Nahmen der Experimentalphysik abzuhandeln. Jenes würde ein bloß leeres Raisonnement und dieses ein bloßes Spiel ohne allen Nutzen seyn; beydes zusammen verdient eigentlich den Nahmen Experimentalphysik.

Einige unserer Vorgänger begingen daher einen Fehler, die so genannte theoretische Physik nach vorhin angegebener Bedeutung abzusondern. Der erste, welcher dieses that, war **Joh. Christ. Sturm**, Prof. der Mathematik zu Altorf, welcher die Experimentalphysik unter dem Titel: collegium experimentale s. curiosum. Norimb. 1676. Tomi II. 4. und die theoretische Physik unter dem Titel: physica electiua s. hypothetica. Norimb. 1697. Tomi II. 4. herausgab. Schon unter einer etwas andern Gestalt folgte diesem Beyspiele **Wolff**, und entwarf eine Experimentalphysik unter dem Titel: nützliche Versuche zu genauer Kenntniß der Natur und Kunst. Halle 1721 bis 1723. III Theile 8. aus welcher er nachher seine beyden andern mehr theoretischen physikalischen Werke: vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle 1723. 8. und vernünftige Gedanken von den Absichten der natürlichen Dinge. Halle 1724. 8. entlehnte. Auch der Herr Prof. **Titius** in Wittenberg trennte die beyden Theile der Physik von einander und gab sie unter dem Titel: physicae dogmaticae elementa. Viteb. 1774. 8. physicae experimentalis elementa. Lips. 1782. 8. heraus. Von den übrigen Lehrbüchern der Physik unter dem Artikel **Physik**.

Explosion (explosio, explosion) ist eine heftige und plötzliche Ausdehnung elastischer Flüssigkeiten, welche gewöhnlich mit einem Knall begleitet ist, und nach allen Richtungen hin wirkt.

Wenn z. B. Pulver entzündet wird, so fängt der Schwefel, als Bestandtheil des Pulvers, Feuer, und macht die Kohlen glühend, aus welchen sogleich brennbares Gas entbunden wird; auch erhitzen diese glühenden Kohlen die Salpetertheile des Pulvers, und entwickeln daraus Sauerstoffgas; diese beyden Luftarten entzünden sich in dem Augenblicke ihrer Entstehung durch eben das Feuer, das sie entwickelt hatte; der durch die Entzündung dieser Theilchen verursachte Ausbruch der Luftarten wirft mit aller Gewalt und nach allen Seiten die glühenden Theilchen unter einander. Die Entwickelung einer außerordentlichen Menge dieser Luftarten, und ihre Entzündung verbreitet sich sehr schnell durch die ganze Masse. Der Ausbruch und auch der Knall ist in dem Verhältnisse stark, als die Menge des Pulvers, hiermit auch die Menge der auf ein Mahl entwickelten Luftarten, und der zu überwindende Widerstand stark ist. Es geschieht also bey dem Schießpulver Entbindung, Vermischung und Anzünden in eben dem Augenblicke, und eben diese augenblickliche Erzeugung einer so erstaunlichen Menge elastischer Luftarten verursacht die Explosion des Schießpulvers. Daß das Pulver nicht merklich knallt, wenn es frey zerstreuet liegt und angezündet wird, rührt daher, weil die Pulverkörner zu weit aus einander liegen, als daß sie sich zugleich entzünden könnten, und weil die entbundene Luft keinen Widerstand findet, sich überall auszubreiten. Auf den Explosionen des Schießpulvers beruhen die heftigsten Wirkungen der Schießgewehre, der Bomben, Minen u. d. g. Eben so werden auch bey dem so genannten Knallgolde, Knallsilber u. d. g. eine Menge elastischer Materien schnell entwickelt, welche sich gewaltsam nach allen Seiten auszudehnen streben, und eben daher mit der größten Gewalt die Körper zersprengen, in welche sie eingeschlossen sind.

Wenn

Wenn Luft stark comprimiret wird, wie z. B. in einer Windbüchse, so verursachet sie eine Explosion, wenn sie an irgend einer Stelle durchbrechen kann; ja sie zersprengt sehr oft das Gefäß, worin man sie comprimiret hat, wenn es der ausdehnenden Kraft der comprimirten Luft nicht genugsam widerstehen kann; wie z. B. dieß oft bey den Compressionsmaschinen erfolget.

Aus dem Artikel **Dämpfe** ist schon bekannt, welche erstaunenswürdige Wirkungen eingeschlossene Dämpfe ausrichten können. Oftmahls ist der Widerstand des Gefäßes, in welchem sich die Dämpfe befinden, gegen die Gewalt der Dämpfe zu gering, und in einem solchen Falle zersprengen sie selbiges mit einer außerordentlich starken Explosion.

Wenn geladene elektrische Körper durch eine leitende Verbindung beyder Belegungen entladen wird, und ein elektrischer Funke mit einem Schlage entstehet, so werden an denjenigen Stellen, wo der elektrische Strom die Luft durchbrechen, oder durch Nichtleiter gehen muß, welcher ihm nicht genugsamen Widerstand entgegen setzen kann, oder der Leiter kann den ganzen Strom nicht fassen, Explosionen entstehen. Auf eben diese Art verursachet der Blitz, welcher in seiner Leitung schlechtleitende Körper oder Nichtleiter antrifft, außerordentlich starke Explosionen, welche alsdann gewöhnlich mit starken Verwüstungen verbunden sind. M. s. **Blitz.**

F.

Fadendreyeck s. **Culmination.**

Fadenkreuz im Fernrohre s. **Fernrohr.**

Fadenmikrometer s. **Mikrometer.**

Fällung, Fällungsmittel s. **Niederschlag.**

Fäulniß (putredo, putrefactio, putréfaction) ist der letzte Grad der Gährung aller organischen Körper, bey welcher die gänzliche Zerstörung aller ihrer Theile Statt findet. M. s. Gährung.

Die Erscheinungen der Fäulniß sind so sehr verschieden und mannigfaltig, theils nach den Substanzen selbst, theils

nach den vorausgesetzten Bedingungen, unter welchen die Fäulniß nur erfolgen kann, daß man mehrere Arten der Veränderungen, welche hierbey Statt finden, nothwendig unterscheiden muß. Eben daher kam es auch, da man sonst die verschiedenen Arten von Mischungsveränderungen nicht gehörig unterschied, daß man ungeachtet aller Bemühungen und Beobachtungen eines **Becher** [α]), **Hales** [β]), **Stahl** [γ]), **Boerhaave** [δ]), **Pringle** [ε]), **Macbride** [ζ]), **Gabler** [η]), **Baume** [θ]) und anderer nicht ein Mahl eine ganz richtige Erklärung von der Fäulniß geben, geschweige denn eine richtige Theorie von dieser großen Naturoperation entwerfen konnte. Herr **Gren** [ι]) hat zuerst die Umstände aus einander zu setzen gesuchet, um etwas Befriedigendes von der Fäulniß sagen zu können.

Die vorhergehende Wein- und Essiggährung ist keinesweges als nothwendige Bedingung der organischen Körper zur faulen Gährung zu setzen; nur bey solchen fäulnißfähigen Substanzen, welche zugleich Bestandtheile enthalten, die zur Wein- und Essiggährung aufgeleget sind, folgt die Fäulniß nach diesen. Andere Substanzen hingegen erleiden eine Fäulniß, ohne nur irgend eine Spur dieser beyden Arten von Gährungen vorher wahrzunehmen.

Wenn Körper in die Fäulniß übergehen wollen, so werden dadurch verschiedene Insekten herbeygelockt, welche ihre Eyer

α) Physica subterranea. Lib. I. sect. V. cap. I. n. 8 sq.
β) Statique des végétaux. p. 246.
γ) Opuscula chym. phys. med. p. 180.
δ) Elementa chemiae. Tom. II. pr. 88. p. 251.
ε) Some experiments on substances resisting putrefaction; in den Philos. transact. n. 495. 496. Einige Versuche mit Materien, welche der Fäulniß widerstehen, von J. Pringle; übers. im neuen hamb. Magazin. B. X. S. 360 f.
ζ) Experimental essays Lond. 1764. gr. 8. David Macbride durch Erfahrung erläuterte Versuche über verschiedene Vorwürfe a. d. Engl. durch Conr. Rahn. Zürich 1766. 8.
η) Nachricht von angestellten Versuchen über die Fäulniß thierischer Säfte; im neuen hamb. Magazin. B. IV. S. 484.
θ) Manuel de chymie.
ι) Grundriß der Naturlehre. Dritte Auflage. Halle 1797. gr. 8. S. 745 f.

Eyer in selbige legen, die alsdann ausgebrütet werden, und woher eben die Maden und Würmer entstehen, die gewöhnlich bey fauligen, besonders thierischen Körpern angetroffen werden. Es sind einige, wie z. B. **Linne** [*]), der Meinung gewesen, daß diese Thiere durch die Fäulniß der Körper selbst erzeuget würden; allein **William Alexander** [β]) hat diese Meinung durch seine genauen Beobachtungen gänzlich widerleget.

Herr **Gren** unterscheidet folgende Arten der Fäulniß:

1. **eigentliche Fäulniß**, d. i. diejenige Mischungsveränderung der Körper, wobey sich Ammoniak, und ein besonderer Ausfluß von einem höchst widrigen Geruche, den man den **fauligen** Geruch nennt, bildet. Diese erfolget nur bey solchen Substanzen, welche neben dem Kohlenstoffe und Wasserstoffe auch Stickstoff und Phosphor enthalten; wohin der Eyweißstoff, Faserstoff, Gallerte, Knochenmaterie und alle die festen und flüssigen Theile thierischer Körper gehören, die sie enthalten. Bey dieser eigentlichen Fäulniß werden als nothwendige Bedingungen vorausgesetzet, ein gewisser Grad von Wärme, freye Luft, und vorzüglich ein gewisser Grad von Feuchtigkeit, von deren Verhältnissen unter einander es alsdann abhängt, ob diese Mischungsveränderung früher oder später erfolget, und geendiget wird. Diese Fäulniß zeigt sich bald durch die Veränderung der Farbe, des Geruchs und des Geschmacks; zuerst nimmt man einen dummlichen und faden Geruch wahr, welcher nach und nach immer stinkender wird; der Geschmack wird ekelhaft und widrig; zugleich vermindert sich bey festen Körpern der Zusammenhang ihrer Theile, der stuffenweise immer mehr abnimmt, wobey der Geruch stinkender und widriger wird. Zu gleicher Zeit zeigt er sich auch urinös, und es entwickelt sich Ammoniak. Nachher werden diese Körper in eine breyartige Masse umgewandelt, und verlieren ihr organisches Gewebe, wenn sie dergleichen hatten, immer mehr und mehr; der Geruch wird höchst

*) Amoenit. acad. Tom. V. p. 94.
β) Medicinische Versuche. Leipz. 1773. 8. S. 246 u. f.

widrig und unerträglich, und ist nicht mehr mit Ammoniak vermischt. Zuweilen zeigt sich dabey im Rückstande auch ein Leuchten. Endlich bleibt, wenn nicht dieser Fäulniß durchs völlige Austrocknen Grenzen gesetzet werden, eine geringe Portion Erde zurück, welche gar keine organische Struktur mehr an sich hat. Das Ammoniak, welches sich bey dieser Fäulniß entwickelt, und den urinösen Geruch verursachet, und der Ausfluß, welcher den fauligen höchst widrigen Geruch erzeuget, sind als die Produkte dieser Mischungsveränderung zu betrachten. Das erstere entwickelt sich aus dem Stickstoffe und dem Wasserstoffe des faulenden Körpers; letzteres aber, oder der eigentliche faulende Ausfluß, bildet sich vom Phosphor des faulenden Körpers, welcher theils mit Wasserstoff, theils aber auch mit Stickstoff und Kohlenstoff verbunden ist.

Die Luft, in welcher faulende Körper sich befinden, ist anfänglich Stickgas, nachher Ammoniakgas, welches eben den urinösen Geruch verursachet, und durch ein Stechen in der Nase, das Thränen erwecket, bemerket wird, und eine Mischung von gephosphortem Wasserstoffgas, gekohltem Wasserstoffgas und geschwefeltem Wasserstoffgas. Es besteht daher diese Fäulniß in einer gänzlichen Zerstörung der Körper, wobey alle Bestandtheile in luftförmigen Stoffen fortgehen, und nur ein wenig Erde übrig bleibt. Die Feuchtigkeit und die Luft, welche bey dieser Fäulniß Bedingungen sind, werden hierbey zugleich mit zersetzt, wobey auch der Sauerstoff der freyen Luft wirksam ist.

Wenn man die faule Gährung unterdrücken will, so müssen alle die Bedingungen wegfallen, welche diese bewirken, und in der That wirken auch diejenigen Körper, welchen man eine fäulnißwidrige Kraft beyleget, auf keine andere Art, als daß sie die zur Fäulniß erforderlichen Bedingungen entfernen. **Pringle, Macbride, Schaw** *), **Car-**

*) Chemical lectures franz. übers. unter dem Titel: essai pour servir à l'histoire de la putréfaction à Paris 1766. gr. 8.

Cartheuser α), **Platz** β) und **Buchholz** γ) haben über die fäulnißwidrigen Mittel und die Geschichte der Fäulniß verschiedene Versuche angestellet. Aus dem bisher Gesagten ist es leicht zu begreifen, daß folgende Mittel dieser faulen Gährung widerstehen: 1. wenn die Feuchtigkeit, welche die erste Bedingung der faulen Gährung ist, entfernet wird; dieses geschieht entweder durchs Austrocknen oder durchs Räuchern; 2. der Frost, wodurch die Feuchtigkeit in einen festen Zustand übergehet, und mithin so gut anzusehen ist, als wenn sie entfernet wäre. Jedoch kann der Frost auch ein Mittel werden, die faule Gährung noch mehr zu befördern, wenn nämlich nachher die einwirkende Wärme die Feuchtigkeit wieder herstellet; 3. wenn die freye Luft entfernet wird, wie z. B. wenn der zur Fäulung aufgelegte Körper mit Wachs, Oel, Weingeist und dergleichen übergossen wird; 4. Das Einsalzen, welches aber den Körper nur in so fern von der Fäulniß abhält, in wie fern es die Feuchtigkeit an sich zieht; daher wird es in zu geringer Menge gebrauchet eher ein Mittel zur faulen Gährung; 5. das Säuren vorzüglich wegen Entziehung der Feuchtigkeit; 6. Bewegung der Theile.

2. Wenn diejenigen Körper, welche zur eigentlichen Fäulniß fähig sind, unter Wasser, mithin vom Zugange der freyen Luft ausgeschlossen, liegen, so erfolgen ebenfalls die Erscheinungen der Fäulniß, aber sie endigen sich ganz anders. Es entwickeln sich Gasarten, welche, wenn sie in den Höhlungen und Zellgewebe verschlossen bleiben, die Körper, wie z. B. Leichname, anschwellen, so daß sie specifisch leichter als Wasser und darum zum Schwimmen gebracht werden können. Nachdem aber diese eingeschlossenen Gasarten nach gänzlicher Zerstörung oder allmähliger Auflösung einen Ausweg gefunden haben, so sinken sie im Wasser zu Boden, und kommen alsdann nicht wieder in die

 Höhe.

α) De remediis antisepticis. Frf. 1774. 8.
β) De putredine a corporibus arcenda. Lipf. 1775. 4.
γ) Versuche über einige der neuesten einheimischen antiseptischen Substanzen. Weimar 1776. 8.

Höhe. Die entwickelten Gasarten sind Stickgas, gekohltes Wasserstoffgas und gephosphortes Wasserstoffgas nebst Ammoniak. Wird nun das Wasser, worin die in selbigem aufgelöseten auszugsartigen Theile in die eigentliche Fäulung bis zu ihrer Vollendung gehen würden und auch wirklich gehen, öfters gewechselt, so hört endlich die Fäulniß der rückständigen Substanz auf, und es zeigt nun diese die Natur eines Fettes oder ist zu einer wallrathähnlichen Materie geworden. Herr **Gibbes** *) hat hierüber verschiedene Versuche mit dem Fleische von Thieren angestellet. Er brachte unter andern eine todte Kuh unter das fließende Wasser; diese Kuh lag so, daß das Wasser täglich zwey Mahl darüber ging, sie selbst war mit etwas lockerer Erde bedecket. Nachdem sie eine Zeitlang in dieser Erde geblieben war, steckte er öfters einen Stock durch die Erde bis zur Kuh. Jedesmahl trat eine überaus große Menge von Luft hervor, welche einen außerordentlichen widrigen Geruch hatte. Bey dieser Kuh erschien der ganze muskulöse Theil verändert, und von der Substanz desselben bereitete er sich mittelst der Salpetersäure eine sehr große Menge wachsähnlicher Materie. Ob nun gleich die Salpetersäure den größten Theil des üblen Geruchs davon wegnahm, so gab sie ihm doch eine gelbe Farbe, die sich schwer davon wegbringen läßt, und einen eigenen Geruch nach Scheidewasser, welcher durch bloßes Waschen und Zusatz von Alkalien nicht ganz vergeht. Sein Vater fand, daß folgender Proceß diese Substanz sehr rein und schön macht, obgleich nicht ganz so weiß, wie der verkäufliche Wallrath ist. Es wurde die Kuh, welche 1½ Jahr im Wasser gelegen hatte, herausgenommen, und beyde fanden, daß die ganze muskulöse Substanz durchaus in eine weiße Materie verwandelt war; diese wurde in kleine Stücke zerbrochen, und der Einwirkung der Sonne und der Luft eine beträchtliche Zeit hindurch ausgesetzet. Hierdurch verlor sie

*) Ueber die Verwandlung des Fleisches in eine dem Wallrath sehr ähnliche Substanz; aus dem Philos. transact. übers. in Grens neuem Journal der Physik. B. I. S. 126 f. und B. III. S. 436 f.

sie großentheils ihren Geruch, und erhielt eine festere Consistenz. Das Ansehen dieser Substanz hatte etwas Eigenes; denn beym Zerbrechen derselben fanden sie feine Fäden, welche in jeder Richtung liefen, genau der zelligen Substanz zwischen den Muskelfibern ähnlich. Diese Stücke wurden zu einem feinen Pulver gerieben, und auf dieß Pulver wurde etwas verdünnte Salpetersäure gegossen. Nachdem die Säure eine Stunde lang darauf gestanden hatte, bildete sich ein Schaum oben auf; die Säure wurde hierauf abgegossen, und die Substanz wiederhohlt gewaschen; sie wurde dann in heißem Wasser geschmolzen, worauf sie nach dem Erkalten und Gerinnen von einer schönen Strohfarbe war, ohne den mindesten widrigen Geruch, im Gegentheil vielmehr von dem angenehmen Geruch des besten Wallraths.

Hierbey wird also der Stickstoff und der Phosphor des faulenden Körpers geschieden, nebst etwas Wasserstoff und Kohlenstoff; jedoch bleibt der größte Theil der beyden letzten Stoffe zurück und bildet die fettige Substanz. Diese Art von Fäulniß muß demnach von der ersten Art unterschieden werden, ob sie gleich anfänglich mit dieser übereinzukommen scheinet. Uebrigens ist das Wasser hierbey nicht wesentlich nothwendig, als in so fern es die respirable Luft ausschließt; und so fand auch Fourcroy *) tief in der Erde begrabene Leichname in eine Wallrath ähnliche Materie verwandelt, zu welchen die freye Luft keinen Zutritt gehabt hatte.

3. Pflanzenkörper, welche Eyweißstoff und Kleber enthalten, können ähnliche Phänomene, wie die erwähnten thierischen Stoffe, in ihrer Fäulniß geben. Der schleimartige Zuckerstoff, die wesentlichen sauren Salze, der stärkeartige Theil der Pflanzen, ändern aber die Erscheinungen der Fäulniß gar sehr ab, weil dieselben der vorhin angegebenen eigentlichen Fäulniß nicht fähig sind. Die hierbey gebildeten Produkte sind von den der letztern wesentlich verschieden,

 wenn

*) Mémoire sur les différens etats des cadavres trouvés dans les fouilles du Cimetière des Innocens an. 1786 et 1787; in den annales de Chimie. T. V. p. 154 f.

wenn die Pflanzen keine nähere Bestandtheile enthalten, worin Stickstoff und Phosphor sind. Es erzeugt sich alsdann nicht der höchst widrige faule Geruch thierischer Körper, und kein Ammoniak; das brennbare Gas, welches sich dabey entwickelt, hat zwar einen unangenehmen Geruch, welcher aber vom fauligen verschieden ist; es ist gekohltes Wasserstoffgas, wie die Sumpfluft beweiset. Die Bedingungen übrigens, welche zur Fäulniß der Pflanzen vorausgesetzet werden, sind die nämlichen, wie bey der Fäulniß thierischer Substanzen.

4. Das so genante **Schimmeln** vegetabilischer Substanzen muß auch als eine eigene Art von Fäulniß derselben unterschieden werden. Hierzu sind besonders der Schleim, der Extractivstoff der Pflanzen, der stärkeartige Theil und die süßen und sauern Salze derselben geneigt, wenn sie im Wasser aufgelöset oder damit verdünnt dem Einflusse der respirablen Luft ausgesetzet werden. Der im Wasser aufgelösete Schleim verliert hierbey seine Auflöslichkeit, und verwandelt sich in eine Art von Haut, welche nicht mehr im Wasser auflösbar ist. Herrn **Gren** ist es wahrscheinlich, daß der Sauerstoff der Luft an dieser Erscheinung vorzüglichen Antheil habe, und durch seinen Beytritt zum Kohlenstoffe und Wasserstoffe diese neuen Materien bilden helfe.

5. Auch die **Verwesung** muß von der eigentlichen Fäulniß unterschieden werden. Diese erfolget, wenn die zur Fäulniß nothwendigen Bedingungen, nämlich Wärme, Feuchtigkeit und Luft nur im geringen Grade zugelassen werden. Die Phänomene, die sich hierbey zeigen, und die Produkte, welche sich bilden, sind wesentlich von den der eigentlichen Fäulniß verschieden. Die Veränderungen erfolgen weit unmerklicher und langsamer. Dieß findet man z. B. bey Leichnamen, die in die Erde gescharrt sind, bey feuchten Pflanzen, welche in großen Massen zusammengedruckt sind, oder auch in die Erde gescharrt worden. Ist hierbey viel respirable Luft mit eingeschlossen, wie bey Leichnamen in Särgen, oder ist auch viele Feuchtigkeit vorhanden, so kann anfänglich wirklich die eigent-

eigentliche Fäulniß eintreten, bis endlich diese wegen Mangel an Feuchtigkeit und Sauerstoffgas aufhört, und alsdann die bloße Verwesung Statt hat, wobey doch immer ein gewisser Grad von Feuchtigkeit und Wärme nothwendig als Bedingungen zu setzen sind. Die Wirkungen, welche bey der Verwesung erfolgen, sind wegen veränderter Ursachen auch verschieden von den der eigentlichen Fäulniß. Der Stickstoff, welcher bey der Fäulniß mit dem Wasserstoffe zusammen das Ammoniak bildet, tritt bey der Verwesung mit dem Sauerstoffe zur Salpetersäure zusammen, welche als das Hauptprodukt der Verwesung besonders thierischer Substanzen anzusehen ist, und bey der eigentlichen Fäulniß derselben sich nicht erzeugt. Diese Salpetersäure muß sich aber bey der überhaupt nur allmählig erfolgenden Verwesung auch allmählig, und eben daher unmerklich wieder zerstreuen und verflüchtigen, wenn sie nicht durch irgend einen Umstand angehäuft werden können, und so mannigmahl als **Mauersalpeter** oder **erdiger Salpeter** in zarten Flocken ausschlägt. Dabey meinet Hr. **Gren**, es könne auch der Sauerstoff der zugleich mit einwirkenden atmosphärischen Luft zur Bildung dieser Salpetersäure beytragen; hauptsächlich scheint ihm aber auch der Sauerstoff der verwesenden Substanz und ihrer Feuchtigkeit selbst dazu beyzutragen. Auch ein gewisser Theil des Wasserstoffes und der Phosphor werden bey der Verwesung ebenfalls in Gasgestalt geschieden, jedoch nur allmählig. Daher ist auch nur ein moderiger, aber doch eigentlich kein fauliger Geruch dabey wahrzunehmen. Uebrigens bleibt noch ein großer Theil Wasserstoff und derjenige Kohlenstoff, welcher nicht als kohlengesäuertes Gas mit dem Sauerstoffe entweichen konnte, bey der Verwesung mit andern feuerbeständigen Grundstoffen verbunden zurück, und bildet nun das zweyte Hauptprodukt der Verwesung, nämlich die **Dammerde**.

Fall der Körper (descensus s. lapsus corporum grauium, chûte des corps graves) heißt diese Bewegung der Körper gegen die Erde, die man an ihnen wahrnimmt,

wenn sie sich ganz frey überlassen sind, ohne ihnen einen Stoß, Druck u. d. g. zu geben. Alle Körper unserer Erde, die wir kennen, haben ein Bestreben, sich gegen die Erde in Richtungen herabzubewegen, welche auf der Erdoberfläche senkrecht sind, und daher gehörig verlängert nach dem Mittelpunkte der Erde zu gehen. Wird dieses Bestreben durch irgend einen Widerstand z. E. durch Unterstützung des Körpers gehindert, so drückt alsdann der Körper diesen Widerstand; kann er ihn aber überwinden, so erfolget nun wirklich der Fall des Körpers in der auf der Erdfläche lothrechten Richtung. Es kann auch dem Körper ein Weg vorgeschrieben werden, in welchem er sich gegen die Erde herabbewegen muß, und welcher von der lothrechten Richtung abweicht, wie z. B. wenn er von einer schiefen Ebene herabzugleiten genöthiget ist; in diesem Falle entstehet Druck und Fall zugleich.

Man kann also bey der Untersuchung des Falles der Körper auf zweyerley Rücksicht nehmen, nämlich zuerst auf den **freyen Fall**, und hernach auf denjenigen Fall, welchen er auf **vorgeschriebenem Wege** thun muß.

Vom freyen Falle der Körper.

Die Gesetze des freyen Falles der Körper sind diese:

I. **Die Bewegung, womit die Körper frey herabfallen, ist gleichförmig beschleunigt.** Denn die Schwere der Körper, d. i. das Bestreben sich nach der größern Gravitation hinzubewegen, wirket stets und unterbrochen auf dieselben, und zwar in allen Theilen, mithin erlangt die Bewegung der Körper in einem jeden noch so kleinen Zeittheile immer gleiche Zusätze nach ein und der nämlichen Richtung, wie dieß auch die Erfahrung lehret. Es lassen sich folglich bey dem freyen Falle alle diejenigen Sätze in Anwendung bringen, welche unter dem Artikel **Bewegung** (Th. I. S. 347 — 352) aus der gleichförmig beschleunigten Bewegung sind gefolgert worden. Diese Anwendung gibt folgende Bestimmungen:

I.

1. Die Räume, welche ein Körper vom Anfange seines Falles zurückleget, verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten, oder wie die Quadrate der am Ende der Zeiten erhaltenen Geschwindigkeiten.

2. Die Räume, welche ein Körper beym freyen Falle in gleichen auf einander folgenden Zeittheilchen durchläuft, verhalten sich wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 u. s.

3. Die Geschwindigkeiten, welche ein Körper am Ende der Zeit durch den freyen Fall erlangt hat, verhalten sich wie die Quadratwurzeln der Räume.

4. Ein Körper muß durch den freyen Fall nach Verlauf einer bestimmten Zeit eine Geschwindigkeit erhalten haben, womit er in der darauf folgenden eben so großen Zeit einen doppelt so großen Weg zurücklegen würde, als er durch den Fall zurückgeleget hat, wenn die Schwere auf ihn zu wirken aufhörte. Man nennt auch die dadurch erlangte Geschwindigkeit **die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit.**

Aus den unter dem Artikel **Bewegung** gesetzten Bezeichnungen der bey jeder Bewegung vorkommenden Größen hat man also hier

$$s = g t^2 \text{ und } c = 2 g t,$$

wo s den Weg, c die nach t erhaltene Geschwindigkeit, und g den Weg der Körper bedeutet, welchen er in der ersten Zeitsekunde mit beschleunigter Bewegung zurückleget.

II. **An ein und eben demselben Orte auf der Erdoberfläche fallen alle Körper mit gleicher Geschwindigkeit.** Weil die Schwere alle Theile eines Körpers afficiret, so kann auch die Schwere als beschleunigende Kraft weder vermehret noch vermindert werden, es mögen die Theile des Körpers zusammengenommen in einem einzigen Körper vereiniget oder von einander getrennt seyn. Man nehme an, die Menge der Materie eines Körpers sey $= M$, sein Gewicht $= p$, die beschleunigende Kraft der Schwere $= f$; würde nun ein Theil m von der Masse M weggenommen, so wird das Gewicht der übrigen Materie

$= f$

$= f(M - m)$ und daher kleiner als das Gewicht $p = fM$ seyn; man findet also in beyden Fällen $f = \frac{M}{p} = \frac{(M-m)f}{M-m}$.
Da nun die Erde keine vollkommene Kugel, sondern eine an den Polen abgeplattete Afterkugel ist, so folgt auch daraus, daß der freye Fall unter dem Aequator langsamer als gegen die Pole hin seyn müsse.

Wenn man hierüber Versuche anstellen wollte, so müßte man die schweren Körper in einem völlig leeren Raume herabfallen lassen, um wahrzunehmen, ob der Erfolg in der Natur mit diesem Gesetze völlig übereinstimmte. In der Luft fallen die Körper nicht ganz frey, indem der Widerstand der Luft die Bewegung der fallenden Körper in etwas verzögert, und zwar um desto mehr, je größer der Widerstand in Vergleichung mit dem Gewicht des fallenden Körpers ist. So wird z. B. eine Feder sich lange nicht so bald als ein Stein oder Stück Bley gegen die Erde von einerley Höhe bewegen. Je kleiner die Fläche des herabfallenden Körpers und je specifisch schwerer derselbe ist, desto weniger Widerstand wird die Luft bewirken können.

III. **Bey uns fallen alle Körper in der ersten Zeitsekunde durch 15,625 rheinländische Fuß.** Daraus folgt also, daß die Geschwindigkeit, welche ein frey herabfallender Körper nach der ersten Zeitsekunde erhalten hat, $= 2 \cdot 15{,}625 = 31{,}25$ rheinl. Fuß betragen müsse. Nach **Huygens** α) Bestimmungen, die er mittelbarer Weise durchs Pendel fand (m. s. **Pendel**), wäre die Fallhöhe in der ersten Zeitsekunde 15,09568 pariser Fuß; er selbst gibt sie proxime pedum 15 et vnciae vnius, welches 15,08333 — pariser Fuß wäre. In rheinländischen Füßen bestimmt Herr Hofrath **Kästner** aus **Huygens** Angabe der Pendellänge diese Höhe $= 15{,}6241048$ Fuß; **Huygens** β) selbst sagt, die Rechnung lehre, daß die Fallhöhe in einer Sekunde 15 Fuß $7\frac{1}{2}$ Zoll rheinländ. Maß, d. i. 15,625 Fuß betrage.

Die

α) Horologium oscillatorium. Paris 1673. Fol. Part. IV. prop. 15.
β) De vi centrifuga. prop. 6.

Die Alten hatten von der Bewegung der Körper überhaupt die sonderbarsten und abgeschmacktesten Meinungen. So glaubten besonders beym Falle der Körper die Peripatetiker, daß sich die Geschwindigkeit, wie das Gewicht der Körper verhielt, daß z. B. ein Körper von sechs Mahl mehr Masse als ein anderer, auch sechs Mahl geschwinder als dieser herabfallen müsse. Diese irrige Meinung bemerkte zuerst **Galilei**, als er noch zu Pisa studirte, und behauptete selbst gegen seine Lehrer die richtige Meinung. Nachdem er selbst als Lehrer zu Pisa angestellet wurde, so vertheidigte er seine Meinung öffentlich gegen die peripatetischen Sätze, und stellte Versuche darüber mit Körpern von ungleichem Gewichte an, welche in Ansehung ihrer Dichtigkeit nicht so sehr von einander verschieden waren; er ließ nämlich von der Kuppel der dasigen Kirche diese Körper herabfallen, und bemerkte, daß sie beynahe zu gleicher Zeit den Erdboden berührten. Diese Versuche zogen ihm viel Feindschaft zu, und er wurde dadurch bewogen, die ihm aufgetragene Lehrstelle zu Padua anzunehmen. Diesen Satz hat er nachher auch unter andern durch zwey Pendel von gleicher Länge erwiesen, welche ihre Schwingungen zu gleicher Zeit vollendeten, ob sie gleich mit verschiedenen Gewichten beschweret wurden.

Auch von der Beschleunigung des Falles machten sie sich irrige Vorstellungen. Diese Erscheinung haben sie aus mancherley Ursachen hergeleitet, und derselben verschiedene Gesetze zugeschrieben. Allein **Galilei**, welcher die wahren Gesetze des Falles der Körper, zuerst vermuthlich durch Nachdenken, entdeckte, erwies das Ungegründete in den Vorstellungen der Alten. Die Versuche, welche **Galilei** darüber anstellte, beziehen sich auf die schiefe Ebene, und sollen nachher angeführet werden. Seine vorgetragene Theorie fand anfänglich vielen Widerspruch, obgleich schon **Torricelli** [α]) selbige geometrisch bewies. Allein **Baliani** [β]), ein damah-

α) De motu grauium naturaliter descendentium et proiectorum, libri II. Florent. 1641. 4.

β) De motu naturali grauium fluidorum ac solidorum. Genuae 1646. 4.

damahliger berühmter Mathematiker und Physiker, welcher selbst des Galilei Theorie mit so schönen geometrischen Beweisen vorträgt, sagt doch, es sey möglich, daß sich die Geschwindigkeit der fallenden Körper verhielte wie die zurückgelegten Wege. Dieser Satz, welchen man schon längst behauptet hatte, wurde von den Peripatetikern mit allgemeinem Beyfall aufgenommen, welche ihm den Nahmen **Hypothese des Baliani** beylegten. Allein **Galilei**, welcher diesen Satz schon in seinen Gesprächen widerleget, zeiget, daß dieser Satz bey der Anwendung auf den Fall der Körper mit sich selbst streite, indem daraus folgen würde, daß der Körper durch vier Fuß in eben der Zeit falle, in welcher er durch einen Fuß fällt.

Johann Baptista Riccioli *) suchte mit seinem Gehülfen, **Grimaldi**, die Gesetze des **Galilei** durch Versuche zu erweisen. Er machte sich Kugeln von Kreide, welche 8 Unzen schwer waren und ließ sie von hohen Thürmen herabfallen. Zum Zeitmaße bediente er sich eines Pendels, dessen Schwingungen nur $\frac{1}{6}$ Sekunde dauerten. Durch wiederhohlte Versuche erhielt er folgende Resultate:

Schwing. des Pendels.	Höhe des Falles.	Raum in gleichen Theilen der Zeit.	Vermehrung der Geschwindigkeit.
5	10 römische Fuß	10 Fuß	1
10	40 — —	30 —	3
15	90 — —	50 —	5
20	160 — —	70 —	7
25	250 — —	90 —	9
6	15 — —	15 —	1
12	60 — —	45 —	3
18	135 — —	75 —	5
24	240 — —	105 —	7

Diese Versuche kommen mit den Gesetzen des Falles so sehr überein, daß man auf die Vermuthung kommen muß, **Riccioli** habe kleine Abweichungen, welche vom Widerstande der Luft herrühren, weggelassen.

Decha-

*) Almagest. nouum, lib. II. cap. 21. prop. 4. pag. 89 et 90.

Dechales *) nahm kleine Kieselsteine und ließ sie von Höhen herabfallen, und fand durch vielmahls wiederhohlte Versuche folgende Resultate

Zeit in Sekunden.	Größe des Falles.	Raum in gleichen Theilen.
$\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{4}$ Fuß	$4\frac{1}{4}$ Fuß
1	$16\frac{1}{2}$ —	$12\frac{1}{4}$ —
$1\frac{1}{2}$	36 —	$19\frac{1}{2}$ —
2	60 —	24 —
$2\frac{1}{2}$	90 —	30 —
3	123 —	33 —

Ob nun gleich diese Zahlen mit den Gesetzen des Falles nicht so genau übereinstimmen, so kann es auch wegen des Widerstandes der Luft, welcher mit der zunehmenden Geschwindigkeit des fallenden Körpers zunimmt, nicht anders erwartet werden, als daß die wirklich durch Versuche beobachteten Höhen den durch die Rechnung gefundenen desto weniger nahe kommen, je mehr Zeit vom Anfange der Bewegung verflossen ist.

Weil es nun unmöglich ist, die angeführten Gesetze durch unmittelbare Versuche mit frey herabfallenden Körpern genau zu bestätigen, so hat man andere Mittel aufzufinden gesucht, diese mittelbarer Weise zu beweisen. Dahin gehört vorzüglich das Pendel, wovon mit mehrerem unter dem Artikel **Pendel.**

Aus den angegebenen Gesetzen lassen sich alle mögliche Aufgaben, welche beym freyen Falle der schweren Körper Statt finden können, auflösen. Aus $s = g t^2$ findet man nämlich $t = \sqrt{\frac{s}{g}}$. Wenn ferner c die Geschwindigkeit ist, die ein frey herabfallender Körper nach der Zeit t erlanget hat, so ist $c = 2gt$, und das Quadrat $c^2 = 4g^2t^2 = 4gs$; daher $c = 2\sqrt{gs}$ und $s = \frac{c^2}{4g}$. Man findet also

1. wie groß die Höhe ist, welche ein Körper in einer gegebenen Zeit frey herabfiel.

2.

*) In mundo mathemat. Tom. II. Static. lib. 2. prop. 1.

2. Wie viel Zeit der Körper gebrauchet habe, wenn die Höhe des Falles bekannt ist.

3. Wie groß der Raum ist, welchen ein frey herabfallender Körper in jeder Zeitsekunde zurückleget.

4. Wie groß die Geschwindigkeit des Körpers ist, wenn man die Höhe des Falles weiß.

5. Von welcher Höhe der Körper herabfallen müsse, wenn er eine Geschwindigkeit von gegebener Größe erhalten soll.

Für den ersten Fall weiß man, daß die Höhe gleich sey dem Produkte aus dem Quadrate der Zeit in die Fallhöhe der ersten Sekunde, oder in 15,625 Fuß. Wäre z. B. die Zeit des Falles 5 Sekunden gewesen, so würde die Höhe $= 5^2 . 15,625 = 390,625$ Fuß seyn. Im zweyten Falle muß man die gegebene Fallhöhe durch die Zahl 15,625 dividiren, und aus diesem Quotienten die Quadratwurzel herausziehen, welche die gesuchte Zeit seyn wird. Wäre z. B. die Fallhöhe = 140,625 Fuß, so hat man $t = \sqrt{\frac{140,625}{15,625}} = \sqrt{9} =$ 3 Sekunden. Für den dritten Fall weiß man, daß die Räume, welche ein Körper vom Anfange der Bewegung zurückleget, sich wie die ungeraden Zahlen verhalten, woraus sich also die Größe des Raums finden läßt, welchen der Körper in jeder Zeitsekunde durch den freyen Fall erhält. Will man z. B. wissen, wie groß der Weg sey, welchen ein Körper in der dritten Zeitsekunde beym freyen Falle durchlaufen ist, so weiß man, daß der Weg in der dritten Sekunde 5 Mahl größer als in der ersten Sekunde, daß er folglich $5 . 15,625 = 78,125$ Fuß ist. In Ansehung des vierten Falles muß man die gegebene Fallhöhe mit der Zahl 15,625 multipliciren, aus diesem Produkte die Quadratwurzel ziehen, und diese zwey Mahl nehmen; dieses Gedoppelte wird die zur Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit seyn. Wäre z. B. die gegebene Fallhöhe 1000 rheinländ. Fuß, so würde die Geschwindigkeit $= 2\sqrt{(15,625 . 1000)} = 2\sqrt{15625} = 2 . 125 = 250$ rheinl. Fuß seyn. Nach dem fünften Falle muß man das Quadrat von der gegebenen Geschwindigkeit nehmen, selbiges durch die

die vierfache Höhe des freyen Falles in der ersten Zeitsekunde dividiren. Wäre z. B. die gegebene Geschwindigkeit, die der Körper erhalten hätte, = 93,75 Fuß, so ist die dazu gehörige Höhe $= \frac{(93,75)^2}{4 \cdot 15,625} = 140,625$ Fuß.

Wenn umgekehrt ein Körper durch irgend eine Kraft angetrieben wird, in lothrechter Richtung in die Höhe zu steigen, so wird dieser steigenden Bewegung die Schwere in einem Augenblicke und stetig entgegen wirken, folglich wird auch die Bewegung, welche der Körper in der lothrechten Richtung durch die Kraft erhalten hat, in einem jeden Augenblicke vermindert. Eine solche steigende Bewegung muß demnach eine gleichförmig verzögerte Bewegung seyn. Hieraus läßt sich schon einsehen, daß diejenigen Gesetze, welche bey dem freyen Falle der Körper Statt finden, auch in umgekehrter Ordnung bey den lothrecht in die Höhe steigenden Körpern gelten müssen. Gesetzt es sey ein Körper durch irgend eine Kraft in der lothrechten Höhe $= \alpha$ mit einer Geschwindigkeit aufzusteigen angetrieben, welche er während der Zeit, welche er seit der Zeit, als er von dieser Höhe $= \alpha$ herabgefallen ist, erhalten hat; so wird er zu der steigenden Bewegung eben die Zeit gebrauchen, um diese Höhe $= \alpha$ zu durchlaufen, als er nöthig hätte, von dieser Höhe frey herabzufallen. Hätte z. B. der Körper die Höhe α durch den freyen Fall in 4 Sekunden vollendet, so würde er die Geschwindigkeit $4 \cdot 31,25 = 125$ Fuß erlanget haben. Stieg nun umgekehrt ein Körper auf die nämliche Höhe $= \alpha$ mit der Geschwindigkeit von 125 Fuß auf, so verursachet die Schwere, daß ihm während der ersten Sekunde so viele Geschwindigkeit entzogen wird, als demselben in dieser Sekunde durch die Beschleunigung zugesetzet wird, folglich bleibt nach der ersten Sekunde seine Geschwindigkeit noch $125 - 31,25 = 93,75$ Fuß, mit welcher er in der zweyten Sekunde in die Höhe steigen würde, wenn die Schwere auf ihn zu wirken aufhörte; da ihn aber diese ebenfalls wieder 31,25 Fuß von seiner Geschwindigkeit entziehet,

so wird er nach der zweyten Sekunde nur noch die Geschwindigkeit 93,75 — 31,25 = 72,5 besitzen. Auf eben diese Weise findet man nach der dritten Zeitsekunde die übrig gebliebene Geschwindigkeit = 31,25 und nach der vierten Sekunde = 0, wo er also in beharrlichen Zustand, d. i. in Ruhe versetzet wird; wegen ununterbrochener fortwirkender Schwere aber fällt er von eben der Höhe wieder frey herab. Hieraus ist nun begreiflich, wie man durch Rechnung finden könne, wie hoch ein schwerer Körper in einem leeren Raume steigen, und wie viele Zeit während des Steigens verfließen müsse, wenn diejenige Geschwindigkeit bekannt ist, womit er lothrecht in die Höhe zu steigen anfängt. Aus dieser Geschwindigkeit wird man nämlich finden können, wie tief ein Körper durch den Fall herabfallen müsse, wenn er eben die Geschwindigkeit erhalten sollte, und wie viele Zeit während dieses freyen Falles verfließen müßte; und eben diese Höhe wird auch der lothrecht steigende Körper erreichen und die nämliche Zeit dazu gebrauchen. Finge der lothrecht steigende Körper seine Bewegung mit der Geschwindigkeit 93,75 Fuß an, so braucht man nur diese Zahl durch 31,25 zu dividiren, der Quotiente wird die Zeit seyn, welche während der ganzen steigenden Bewegung verfließet; sie ist also $\frac{93,57}{31,25} = 3$ Sekunden. Denn der in 3 Sekunden frey fallende Körper erlangt die Geschwindigkeit 31,25 . 3 = 93,75 Fuß. Ferner fällt der Körper in 3 Sekunden 9 Mahl tiefer als in der ersten, folglich würde die Höhe 9 . 15,625 = 140,925 Fuß seyn; aber eben so hoch wird auch der steigende Körper sich bewegen, wenn sich die Bewegung mit der Geschwindigkeit 93,75 Fuß anfängt.

Weil man in den mechanischen Wissenschaften oft aus der Fallhöhe die zugehörige Geschwindigkeit, und umgekehr aus der Geschwindigkeit die zugehörige Höhe zu finden hat so sind dafür Tafeln berechnet worden. Bedeutet nämlich die Fallhöhe = α, und die zugehörige Geschwindigkeit = c, so

ha

hat man $c = 2\sqrt{g\alpha}$ und daher $\alpha = \frac{c^2}{4g}$. Belidor *) hat dergleichen Tafeln im pariser Maße, g = 15 pariser Fuß gesetzet, berechnet. Die α in der ersten gehen nur bis 15 und die c in der letztern bis 30 Fuß. Noch genauer und vollständiger hat Herr **Schulze** β) dergleichen Tafeln geliefert, g = 15,625 rheinl. Fuß gesetzt. Die gegebenen Größen sind in ganzen Füßen, die gesuchten in Tausendtheilen ausgedruckt. Die größte Geschwindigkeit ist = 1000, welcher α = 16000 zugehöret; in der zweyten Tafel ist die größte Fallhöhe = 11000 mit der zugehörigen Geschwindigkeit c = 829,156.

Von dem Falle auf vorgeschriebenen Wegen.

Wenn ein schwerer Körper auf einer festen horizontalen Ebene sich befindet, so fällt die Richtung seiner Schwere auf selbige senkrecht, und er kann weder auf die eine noch die andere Seite sich hin bewegen, und wird folglich in dieser Lage ruhend erhalten werden. So bald aber die Ebene (fig. 50.) ab, worauf sich der Körper befindet, unter irgend einem Winkel bad geneigt ist, so muß sich nun auch der Körper nach dieser Seite hin zu bewegen anfangen. Bey dieser Bewegung wirket die Schwere auch in jedem noch so kleinen Zeittheilchen nach der vertikalen Richtung ununterbrochen auf den Körper. Der Widerstand der Ebene schwächt zwar in jedem Augenblicke diese Wirkung der Schwere; allein weil die Lage der schiefen Ebene einerley bleibt, so muß die Schwächung der Beschleunigung in jedem Zeittheilchen gleich groß seyn. Daraus folgt also, daß die Bewegung des Körpers auf der schiefen Ebene gleichförmig beschleuniget werde. Es sey c der Schwerpunkt des Körpers, cf mit ab parallel und ce vertikal. Gesetzt nun, der Körper könnte vermöge der Schwere in dem ersten Zeittheil-

*) Architecture hydraulique. Paris 1737. T. I. lib. I. ch. 3. nach Art. 490 und 615.

β) Sammlung logarithm. trigonom. u. a. zum Gebrauch der Mathematik unentbehrlicher Tafeln. Berl., 1778. B. II. S. 298 — 307.

theilchen von der Höhe ck herabfallen, so würde sich diese Geschwindigkeit in zwey andere ci und cl zerlegen, deren erstere durch den Widerstand der Ebene völlig aufgehalten wird. Demnach erhält sich die Schwere nach der lothrechten Richtung zu dem Theile derselben, welcher auf der schiefen Ebene übrig bleibt, wie $ck:cl = cg:cf = cg:gh = ba:bd = 1:\sin. bad$. Weil nun dieß von einem jeden folgenden Zeittheilchen gilt, so folgt, daß der Körper, welcher auf der schiefen Ebene herabsinkt, nach einer jeden beliebigen Zeit vom Anfange seiner Bewegung eine Geschwindigkeit, welche sich zur Geschwindigkeit, die er während der nämlichen Zeit durch den freyen Fall erlanget hat, verhält, wie die senkrechte Höhe der Ebene zu ihrer Länge, oder wie der Sinus des Neigungswinkels zum ganzen Sinus. Wenn daher die Geschwindigkeit, welche der Körper in einer Sekunde vom freyen Falle erhalten hat, $= 2g$, und die Geschwindigkeit des auf der schiefen Ebene herabgleitenden Körpers in eben der Zeitsekunde $= x$, und der Neigungswinkel der schiefen Ebene gegen den Horizont $= \alpha$ gesetzet wird, so hat man $2g:x = 1:\sin. \alpha$, folglich $x = 2g . \sin. \alpha$.

Wenn irgend ein Körper in der Zeit t von der Höhe s herabfiel, so würde nun $s = gt^2$ seyn, und er würde nach dieser Zeit die Geschwindigkeit $2gt$ erlanget haben. Setzt man die Geschwindigkeit, welche der von der schiefen Ebene herabgleitende Körper nach eben der Zeit t erhält, $= v$, so hat man $2gt:v = 1:\sin. x$ mithin $v = 2gt . \sin. \alpha$. Aus eben diesem Grunde findet man den Weg, welchen er binnen der Zeit t auf der schiefen Ebene zurückgeleget hat $= q = gt^2 . \sin. \alpha$. Aus der Gleichung $v = 2gt . \sin. \alpha$ erhält man $t = \frac{v}{2g . \sin. \alpha}$, wovon das Quadrat $= \frac{v^2}{4g^2 . \sin. \alpha^2}$; dieses in der Gleichung $q = gt^2 . \sin. \alpha$ statt t^2 gesetzt; gibt $q = \frac{v^2}{4g . \sin. \alpha}$, und daraus hat man ferner $4g . \sin. \alpha . q = v^2$ und $v = 2\sqrt{(g . q . \sin. \alpha)}$. Es erhellet daher, daß

die

die beschleunigte Bewegung des Körpers auf der schiefen Ebene nur in dem Maße langsamer erfolget, in welchem der Sinus des Neigungswinkels geringer ist. Wäre z. B. der Winkel $\alpha = 30°$, so würde für den Sinus totus $= 1$ der Sinus von $30° = \frac{1}{2}$ seyn, und der Körper kann nur in 1 Sekunde statt 15,625 die Hälfte oder $\frac{1}{2} . 15,625 = 7,812$, in 2 Sekunden statt 62,5 nur $\frac{1}{2} . 62,5 = 31,2$ Fuß u. s. zurücklegen.

Auf diesen Gründen beruhet das Verfahren, welches Galilei anwendete, um die Gesetze des Falles durch Versuche bestimmter zu zeigen, als durch den freyen Fall. Er ließ nämlich auf dem obern schmalen Rande einer 12 Ellen langen, $\frac{1}{2}$ Elle hohen und 3 Zoll breiten Pfoste einen 1 Zoll breiten Canal aushöhlen, welchen er der Glätte wegen mit Pergamen ausfütterte. Er konnte diese Pfoste mit dem einen Ende nach Belieben eine oder mehrere Ellen über den Horizont erheben, und die Zeit bemerken, während derselben eine glatte messingene Kugel entweder längs des ganzen Canals oder nur eines gewissen Theils herablief. Zum Zeitmaße gebrauchte er das Gewicht des Wassers, welches aus dem Boden eines sehr breiten Gefäßes durch ein Röhrchen abgelaufen war. Bey mehrmahls wiederhohlten Versuchen fand er durch dieses Verfahren jederzeit, daß sich die durchlaufenen Räume wie die Quadratzahlen der Zeiten verhielten.

Wenn (fig. 51.) de eine Horizontallinie ist, und ein schwerer Körper fällt von der Höhe be herab, so ist seine in e erlangte Geschwindigkeit $= 2\sqrt{g . be}$. Nun war $v = 2\sqrt{g . q . \sin. \alpha} = 2\sqrt{g . db . \sin. \alpha} = 2\sqrt{g . be}$, weil $db : de = 1 : \sin. \alpha$ folglich $be = db . \sin. \alpha$ ist. Ein schwerer Körper also, welcher von einer schiefen Ebene herabsinkt, hat in jeder horizontalen Ebene eine Geschwindigkeit, welche er in eben dieser horizontalen Ebene durch den freyen Fall von eben der Höhe erlanget hätte. Wenn demnach verschiedene Körper von verschiedenen Ebenen, welche einerley Höhe haben, herabsinken, so müssen sie zuletzt alle einerley Geschwindigkeit bekommen. Wäre z. B. ba zehn Mahl

länger als b c, so würde die beschleunigende Kraft, welche den Körper längs der Ebene herabtreibt nur $\frac{1}{10}$ von der lothrechten betragen, folglich würde der Körper in der ersten Sekunde den Weg von $\frac{15,625}{10} = 1,5625$ Fuß auf der schiefen Ebene zurücklegen, und die nach dieser Zeit erlangte Geschwindigkeit $= 2 \cdot 1,5625 = 3,125$ Fuß seyn. Betrüge nun die Länge a b = 25 Fuß, so müßte auch die Zeit, um selbige zurückzulegen $= \sqrt{\frac{25}{1,5625}} = \sqrt{16} = 4$ Sekunden, und die zu dieser Fallhöhe gehörige Geschwindigkeit $= 4 \cdot 3,125 = 12,5$ Fuß seyn. Da nun c b $= \frac{1}{10}$ von a b, folglich $\frac{25}{10} = 2,5$ ist, so wird die Zeit, diese senkrechte Linie beym freyen Falle zu durchlaufen, $= \sqrt{\frac{2,5}{15,625}} = \sqrt{0,16} = 0,4$ Sekunden. Während dieser Zeit wächst aber die Geschwindigkeit beym freyen Falle auf $0,4 \cdot 31,25 = 12,5$ Fuß, mithin eben so viel wie vorhin.

Wenn daher ein Körper von verschiedenen an einander grenzenden Ebenen a b, b c, c d (fig. 52.) herabsinkt, so wird er in d eben die Geschwindigkeit erhalten haben, die er erlangt hätte, wenn er frey von der senkrechten Höhe a g herabgefallen wäre. Denn wenn der Körper die erste Ebene a b durchlaufen hat, so wird er in b die nämliche Geschwindigkeit erlanget haben, als beym lothrechten Falle in e. Sinkt er nun ferner von der zweyten Ebene b c herab, so wird seine Geschwindigkeit in c eben so groß seyn, als wenn er von der senkrechten Höhe b h = e f herabgefallen wäre. Kömmt er endlich in d an, so ist nun seine Geschwindigkeit so groß, als er von dem lothrechten Falle c i = f g erhalten hatte. Demnach sind die Geschwindigkeiten, welche er durch den Fall auf den verschiedenen Ebenen zuletzt erhalten hat, so groß, als die Geschwindigkeiten, welche er durch den freyen Fall der senkrechten Höhen a e + e f + f g erlangt hätte. Stellt man sich die Ebenen a b, b c, c d u. s. als unendlich klein vor, so

so erhält man die Vorstellung von einer schiefen krummen Fläche. Weil nun diese Schlüsse bey allen, folglich auch bey unendlich kleinen schiefen Flächen, d. h. bey einer schiefen krummen Fläche gelten, so begreift man leicht, daß ein Körper, welcher auf einer schiefen krummen Fläche herabsinkt, zuletzt eben die Geschwindigkeit erhalten muß, die er erhalten haben würde, wenn er von der senkrechten Höhe dieser Fläche frey herabgefallen wäre.

Will man den Weg bestimmen, welchen ein Körper in eben derselben Zeit, welche während des freyen senkrechten Falles verfließt, auf einer schiefen Ebene zurückleget, so ziehe man aus der Spitze des Winkels (fig. 53.) a auf die schiefe Ebene bc die senkrechte Linie ae, so wird be auf der schiefen Ebene bc der Weg seyn, welcher in eben der Zeit zurückgeleget wird, in welcher der Körper die senkrechte Höhe ab frey zurückleget. Denn es verhält sich der Weg, welchen der Körper in einerley Zeit auf der schiefen Ebene zurückleget, zur freyen vertikalen Höhe, wie die Höhe der schiefen Ebene ba zu ihrer Länge bc. Weil nun das Dreyeck bae dem Dreyecke abc ähnlich ist, so hat man $eb:ba = ba:bc$, folglich verhält sich auch der zurückgelegte Weg auf der schiefen Ebene zur freyen vertikalen Fallhöhe $= eb:ba$. Wenn folglich drey Körper zu gleicher Zeit aus einerley Punkt b nach den Richtungen ba, bc und bd sich zu bewegen anfangen, so werden sie sich zu einerley Zeit der erste in a, der andere in e und der dritte in f befinden.

Wenn (fig. 54.) ab ein vertikaler Durchmesser des Kreises adbf ist, und man zieht die Sehnen ac, ad und ae; so kann man sich diese als schiefe Ebenen vorstellen, auf welchen schwere Körper zu gleicher Zeit herabsinken. Denn wenn die Linien cb, db und eb gezogen werden, so sind c, d und e lauter rechte Winkel. Die Geschwindigkeiten, welche die schweren Körper durch den Fall längs der schiefen Ebenen erhalten haben, verhalten sich wie diese Sehnen. Man ziehe nämlich cg, dh und ei horizontal, so sind die Geschwindigkeiten der schweren Körper von den schiefen Ebenen einerley

 mit

mit den Geschwindigkeiten, welche sie durch den Fall von den vertikalen Höhen ag, ah und ai erhalten hätten, und verhalten sich daher $= \sqrt{ag} : \sqrt{ah} : \sqrt{ai}$. Nun ist $ag : ac = ac : ab$; $ah : ad = ad : ab$ und $ai : ae = ae : ab$, demnach $\sqrt{ag} = \frac{ac}{\sqrt{ab}}$; $\sqrt{ah} = \frac{ad}{\sqrt{ab}}$ und $\sqrt{ac} = \frac{ae}{\sqrt{ab}}$; und daher das Verhältniß der Geschwindigkeiten $= \sqrt{ag} : \sqrt{ah} : \sqrt{ai} : = ac : ad : ae$.

Würde ein schwerer Körper durch irgend eine Kraft genöthiget, eine schiefe Ebene hinaufzusteigen, so verwandelt sich die gleichförmig beschleunigte Bewegung in eine gleichförmig verzögerte, und der schwere Körper steigt auf der schiefen Ebene nach eben den Gesetzen hinauf, wie er in der lothrechten Linie in die Höhe steigt. Wäre demnach die Geschwindigkeit gegeben, mit welcher ein Körper genöthiget ist, die schiefe Ebene hinaufzusteigen, und man will finden, wie hoch er steigen werde, so suche man nur den Weg, welchen er längs der schiefen Ebene herabsinken muß, um die gegebene Geschwindigkeit zu erlangen, eben diesen Weg wird er mit steigender Bewegung zurücklegen müssen.

Was den Fall der Körper auf bestimmten krummen Linien anbetrifft, so setzt dieß Kenntnisse in der höhern Mathematik voraus, welche hier zu entwickeln viel zu weitläuftig seyn würde. Ich werde daher nur Einiges, was den Fall der Körper durch Kreisbogen und Bogen der Cykloide angehet, kurz anführen.

Wenn der Durchmesser des Kreises $ab = \delta$ gesetzet wird, so ist die Zeit, in welcher ein schwerer Körper den Weg δ durch den freyen Fall zurückleget, $= \sqrt{\frac{\delta}{g}}$. Wenn nun ein Körper durch irgend einen Kreisbogen eb fällt, so lehret die Mathematik, daß hierzu eine Zeit erfordert wird, welche der unendlichen Reihe

$$\tfrac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}\left(1 + (\tfrac{1}{2})^2 \cdot \frac{ib}{\delta} + (\tfrac{1}{2}\cdot\tfrac{3}{4})^2 \cdot \left(\frac{ib}{\delta}\right)^2 + \left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2 \cdot \left(\frac{ib}{\delta}\right)^2 + \text{---}\right)$$

gleich ist, wo π die Zahl 3,14159 — als die Peripherie des Kreises für den Durchmesser = 1 angenommen ist. Wird der Bogen eb unendlich klein, so verwandelt sich jene unendliche Reihe in 1, und die Zeit des Falles durch diesen unendlich kleinen Bogen wird $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}$; mithin wird sich diese Zeit zur Zeit des freyen Falles durch den Durchmesser wie $\frac{1}{4}\pi : 1$ oder fast wie 785 : 1000 verhalten. Würde der Kreisbogen, wodurch der Körper herabfällt, dem Quadranten oder dem vierten Theile der Peripherie gleich, so verwandelt sich ib in $\frac{1}{2}\delta$, folglich wird die Zeit des Falles durch den Quadranten =

$$\tfrac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}\left(1 + (\tfrac{1}{2})^2 \cdot \tfrac{1}{2} + (\tfrac{1}{2}\cdot\tfrac{3}{4})^2 \cdot \tfrac{1}{4} + \left(\frac{1.3.5}{2.4.6}\right)^2 \cdot \tfrac{1}{4} + \text{---}\right)$$

Weil nun das Produkt von $\frac{1}{4}\pi$ in diese unendliche Reihe kleiner als 1 wird, so sieht man, daß alsdann die Zeit kleiner seyn muß als die Zeit des Falles durch den Durchmesser δ oder kleiner als $\frac{\delta}{g}$. Da ferner die Sehne des Quadranten eine eben so große Zeit wie der Durchmesser erfordert, wenn ein Körper von selbiger herabfallen soll, so ist auch die Zeit des Falles durch den Quadranten kleiner als die Zeit des Falles durch seine Sehne, obgleich der Quadrant größer als seine Sehne ist. **Galilei** kannte diesen Satz schon, und bewieß noch außerdem, daß die Zeit des Falles durch den Quadranten geringer sey, als der Fall durch zwey oder drey oder mehrere im Quadranten gezogene Sehnen. Allein er zog hieraus die irrige Folge, daß der Quadrant die Curve sey, welche den Körper von k bis b in der möglichst kürzesten Zeit führe.

In der höhern Mechanik wird erwiesen, daß ein schwerer Körper in Bogen einer krummen Linie, sie mögen so lang

oder so kurz seyn als man will, welche die **Cykloide** oder **Radlinie** genannt wird, und deren Eigenschaften in der höhern Geometrie untersuchet werden, in gleichen Zeiten herabfallen, daher auch diese Linie die **tavtochronische Linie** oder **die Linie von einerley Zeiten des Falles** genannt wird. Wenn nämlich die Cykloide durchs Hinrollen eines Kreises, dessen Durchmesser $= \delta$ ist, auf einer geraden Linie beschrieben wird, so fällt ein jeder schwerer Körper durch einen jeden Bogen der Cykloide in gleicher Zeit, welche $= \frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{\delta}{g}}$ ist. **Huygens** entdeckte die Eigenschaft bey Untersuchung der Cykloide zuerst, und machte davon Anwendungen auf die Pendeln. M. s. **Pendel.**

M. s. **Kästners** Anfangsgründe der höhern Mechanik. Zweyte Aufl. Götting. 1793. an verschiedenen Stellen.

Farben (colores, couleurs). Der Begriff von Farben ist einfach und gar keiner Erklärung fähig. Sie betreffen allein die Empfindungen des Gesichtes, welches wegen der verschiedentlichen Brechung des Lichtes auch verschiedentlich afficiret wird. Die Erfahrung verläßt uns aber ganz, wie es nämlich zugehe, daß das Licht nach der Brechung in einem Mittel Empfindungen des Gesichtes bewirke, welche mit den Vorstellungen verschiedener Farben verbunden sind. Wir müssen uns daher begnügen, bey den Phänomenen stehen zu bleiben, welche uns die Erfahrungen lehren, und welche vorzüglich **Newton** so schön gezeiget hat. Hypothesen über die Theorie der Farben hat es genug gegeben, und es erfordert der Zweck, diese so viel als möglich kurz anzuführen.

Plutarch *) führet einige sehr unvollständige Begriffe der alten Philosophen von den Farben an: er saget, die **Pythagoräer** nannten die Farben die Oberfläche des Körpers, **Empedokles** das, was mit den Ausflüssen des Gesichtes übereinstimmt, **Plato** eine Flamme von den Körpern, deren Theile mit dem Gesichte symmetrisch sind. **Epi-**

kur

*) De placitis philosophorum. lib. I. cap. 15.

kur führt schon einen mehr newtonischen Gedanken an, daß nämlich die Farben nichts Eigenthümliches der Körper seyn, sondern aus gewissen Lagen ihrer Theilchen gegen das Auge entstehen. Dieß folgte aus seiner Lehre von den Atomen, die er nicht gefärbt wissen wollte, und **Lucretius** gibt zur Erläuterung die Farben an den Hälsen der Tauben und in dem Schwanze des Pfauen an. **Aristoteles** [α]) saget, das Licht ist etwas Durchsichtiges, aber nicht so für sich, sondern durch die Farbe eines andern Körpers, Farbe aber das, was das Durchsichtige in Bewegung setze. Die Farbe beweget etwas, was durchsichtig ist, wie die Luft, und dieses als etwas Zusammenhängendes beweget den fühlenden Sinn. Das Auge kann nicht unmittelbar von der Farbe gerühret werden, es muß ein Mittel da seyn; wäre ein leerer Raum dazwischen, so würde das Auge gar nicht sehen. Unter den Römern führet **Seneka** [β]) an, daß das Licht der Sonne, welches durch ein eckiges Stück Glas falle, alle Farben des Regenbogens spiele. Er bemerket aber dabey, daß dieß keine wahre, sondern falsche Farben seyn, dergleichen man an dem Halse einer Taube sähe, welche sich mit der Lage des Halses veränderten. Eben so nähme auch ein Spiegel, der für sich farbenlos ist, die Farbe eines jeden Körpers an.

Descartes [γ]) Vorstellung von den Farben hängt von der Vorstellung, die er sich vom Lichte machte, ab. Er gab nämlich dem Lichte zweyerley Bewegungen, eine geradlinige und eine drehende. Wenn die drehende stärker als die geradlinige ist, so soll nach seiner Meinung die rothe Farbe entstehen; wenn die geradlinige aber stärker ist, die blaue; und wenn beyde Bewegungen gleich sind, die gelbe. Aus diesen drey Farben läßt er die übrigen nach Maßgabe der unterschiedlichen Mischungen sich erzeugen. Uebrigens macht er den nicht unrichtigen Unterschied zwischen schwarz und weiß, und bemerket, daß das Schwarze die auffallenden Strahlen ersticke oder auslösche, da das Weiße hinge-

α) De mente lib. II. cap. 7.
β) Quaestion. natural. lib. I. cap. 7.
γ) Dioptrica p. 46. et de homine. p. 66.

hingegen sich zurückwerfe; eine Veränderung der Zurückwerfung aber verursache die übrigen Farben. Weil er sich das Licht als die Bewegung eines flüssigen Wesens vorstellte, auf welche Art es viele Aehnlichkeit mit dem Schalle hat, so vergleicht er die Wirkung der dem Auge so angenehmen grünen Farbe mit der Octave in der Musik, so wie die übrigen Farben mit den künstlichen Accorden eines musikalischen Stücks.

Boyle*) war der erste, welcher über die Farben Versuche anstellte, und eben diese gaben ihm zu behaupten die Veranlassung, daß die Farben, so lebhaft sie auch wären, sich bloß auf der Oberfläche der Körper befänden. Er meint daher, sie bestehen bloß in einer Modifikation des von dieser Fläche zurückgeworfenen Lichtes, und machten keine inhärirende Eigenschaften der Körper aus. Dieserwegen glaubt er auch, daß eine Verschiedenheit der Farben nicht allemahl einen großen Unterschied des innern Gewebes der Körper anzeige, jede gebe aber oft ein Merkmahl beträchtlicher Veränderungen in der Lage der Theile gegen einander ab, welches aus den Ausziehungen der Tinkturen erhelle, wobey die Veränderung der Farbe das vornehmste und oft einzige Zeichen sey, nach welchem der Künstler sich bey ihrer Zubereitung richte. Beyspiele hiervon gibt er an den Pflanzen, deren äußerliche Theile nach und nach, wenn sie zur Reife gelangen, eine Farbe nach der andern annehmen, an dem Stahl beym Härten, und bey dem geschmolzenen Bley, welches an der Oberfläche die schönsten glänzenden Regenbogenfarben zeige. Ueber den Unterschied von schwarz und weiß erkläret er sich eben so wie **Descartes**, und führet dabey noch viele Beyspiele zur Bestätigung dieser seiner Meinung an; weißes Papier nämlich entzünde sich durch gemeine Brenngläser entweder gar nicht oder langsam, oder es verfärbe sich; ein dünner schwarzer Handschuh gegen die Sonne gehalten erwärme weit geschwinder die Hand, als

*) Historia colorum experimentalis incepta in d. opp. *Boylii* Genev. 1680. 4.

als sie bloß, oder mit einem dünnen weißen ledernen Handschuh dagegen gehalten; ein großer Brennspiegel von schwarzem Marmor blende und zünde nicht; ein zur Hälfte schwarz gefärbter Dachziegel werde in der Sonne ungleich heißer, als der zur andern Hälfte weiß gefärbte, und ein schwarz ausgeschlagenes Zimmer mache dieses nicht nur dunkeler sondern auch wärmer. Auch führet er noch ein Beyspiel von einem glaubwürdigen Manne an, welcher in einem heißen Erdstriche schwarz gefärbte Eyer in kurzer Zeit gar gemacht habe. Auch bemerkte **Boyle** einen offenbaren Unterschied der Farben an verschiedenen Körpern, wenn man sie ein Mahl im Sonnenlichte, und hernach im Mondenlichte betrachtete. Gelbes Papier schien im Mondenlichte weit blässer als am Tage, rothes veränderte sich wenig, dunkelgrünes schien dunkelblau, und gegen dunkelblaues gehalten grünlich, und gegen gelbes noch blauer als zuvor, blaues fiel in dunkelpurpur, purpurnes veränderte sich wenig, rothes endlich in gelbes gehalten machte dieses fast wie braunes Packpapier.

Dr. **Hook** *) nimmt nur zwey Hauptfarben an, nämlich blau und roth, und betrachtete die übrigen als Vermischungen dieser beyden Hauptfarben Blau, sagt er, ist der Eindruck einer schiefen und verworrenen Erschütterung des Lichtes auf der Netzhaut, deren schwächerer Theil vorangehet, der stärkere nachfolget; roth ist der Eindruck einer solchen Erschütterung, davon der stärkere vorangehet und der schwächere folget. Die Vorstellung einer Farbe werde durch die Empfindung einer schiefen oder ungleichen Erschütterung des Lichtes erreget, welche nur zweyerley seyn kann, weil sie nur zwey Seiten hat. Dabey seyn aber unendliche stufenweise Abwechselungen möglich. Jede der beyden Hauptfarben fangen mit Weiß an und endigen sich, eine mit dem dunkelsten Scharlach oder Gelb, die andere mit dem dunkelsten Blau. Diese seine Behauptung von zwey Hauptfarben suchte er durch einen Versuch zu bestätigen; er füllte

*) Micrographia. p. 64.

füllte nämlich ein gläsernes prismatisches Gefäß mit einer starken Kupfersolution, welches ein schönes Blau gab, und ein anderes mit einer starken Tinktur von Aloe, welche ein schönes Roth ward. Da nun an den Ecken dieser Gefäße die Farben schwächer, und in der Mitte dunkler waren, so glaubte er alle mögliche Abänderungen der Farben dadurch hervorzubringen, wenn er zwey Seiten zusammen und die Ecken nach entgegengesetzten Seiten stellete, und an verschiedenen Stellen durchsähe. Allein er ward in seiner Vermuthung getäuscht, und fand vielmehr, daß beyde Prismen zusammengehalten undurchsichtig wurden.

De la Hire *) erkläret alle Verschiedenheiten der Farbe aus der Verschiedenheit der Stärke, womit das Licht den Sehenerven trifft; was diesen Eindruck schwäche, verändere auch die Farbe. So scheine das rothe Blut blau, wegen der darüberliegenden Haut; die Luft, die von den Sonnenstrahlen ein weißes Licht erhalte, scheine wegen des schwarzen Grundes des unerleuchteten Weltraumes blau u. s. w. Diese und dergleichen Bemerkungen wurden von de la Hire zu einer Zeit gemacht, da schon lange die so merkwürdigen Versuche Newtons in Ansehung der Farben bekannt gemacht waren, und eine allgemeine Aufmerksamkeit erreget hatten.

Als Newton im Jahr 1666 die verschiedene Brechbarkeit der Lichtstrahlen entdeckte, womit zugleich die Verschiedenheit der Farben verbunden war, so suchte er darauf eine Theorie zu bauen, welche umständlicher angeführet zu werden verdienet.

Es ist bereits unter dem Artikel Brechbarkeit aus den daselbst angegebenen Versuchen Newtons geschlossen worden, daß nicht allein das Sonnenlicht, sondern auch das von verschiedenen Körpern zurückstrahlende Licht nach Beschaffenheit seiner Farbe eine verschiedene Brechbarkeit besitze. Hieraus leitete er eine Theorie von Farben ab, welche er der königlichen Societät zu London mit den Versuchen über das Licht

*) Mémoire de l'Académie roy. des scienc. de Paris. an. 1711.

Licht zugleich bekannt machte *). Diese seine Gedanken über die Beschaffenheit der Farben stellte er in eine Reihe von Sätzen zusammen, davon die wichtigsten folgende sind:

1. Die Farben sind nicht Modifikationen des Lichtes durch die Brechung und Zurückwerfung, welche es von den Körpern erleidet, sondern ursprüngliche und eigenthümliche Eigenschaften derselben, welche in verschiedenen Strahlen verschieden sind. Verschiedene Strahlen haben das Vermögen, die Empfindung der rothen Farbe, und keiner andern; einige der gelben Farbe, und keiner andern; einige der grauen, und keiner andern u. s. f. zu erwecken. Nicht allein die kenntlichsten Farben haben ihre eigenen Strahlen, wodurch sie hervorgebracht werden, sondern alle dazwischen fallende Schattirungen haben dergleichen.

2. Mit ein und dem nämlichen Grade der Brechbarkeit des Lichtes ist jederzeit dieselbe Farbe verbunden, und umgekehrt.

3. Die nämliche Gattung von Farben bey demselben Grade der Brechbarkeit des Lichtes ließ sich weder durch Brechung noch durch Zurückstrahlung, noch durch irgend eine andere Ursache verändern. So bald homogenes oder einfaches Licht von dem ungleichartigen abgesondert war, so behielt es nachher seine Farbe, so viele Bemühungen er auch es zu verändern anwandte. Durch Zusammenziehung und Zerstreuung wurde es zwar heller und matter; allein die Gattung blieb unveränderlich.

4. Durch die Vermischung ungleichartiger Lichtstrahlen lassen sich Farben zu Wege bringen, welche zwar den homogenen oder einfachen Farben ähnlich zu seyn scheinen, allein das Unveränderliche des einfachen Lichtes auf keine Weise besitzen; vielmehr werden sie wieder durchs Prisma in die einfachen Farben, die sie vor der Vermischung hatten, zerleget. Wenn z. B. blaues und gelbes Pulver wohl mit einander vermischt sind, so zeiget sich diese Mischung dem bloßen Auge grün, und gleichwohl sind die Farben der einzelnen Theile

*) Philosoph. transact. Num. 80 sqq. 1672-1688.

Theile dabey nicht wirklich verändert, sondern nur mit einander vermenget, weil sie durchs Mikroscop noch immer blau und gelb erscheinen.

5. Diejenigen Farben, welche durch die Brechung im dreyseitigen Prisma entstehen, nennt **Newton einfache, gleichartige, homogene Farben, Grundfarben, prismatische Farben, ursprüngliche Farben.** Diese Grundfarben sind nach der Ordnung der geringsten Brechbarkeit angerechnet roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violet nebst einer unendlichen Menge von Schattirungen zwischen diesen. Wenn diese mit einander gemischt werden, so heißen sie **gemischte** oder **zusammengesetzte**, wovon einige den Grundfarben ähnlich sind, ob sie gleich jederzeit durchs Prisma wieder in einfaches Licht zerleget werden können.

6. Wenn Farben, welche in der Reihe der prismatischen nicht gar zu weit von einander entfernet sind, mit einander vermischet werden, so werden sie einander so verändern, daß die in der Mitte zwischen ihnen liegende Farbe daher entstehet. Dieß geschiehet aber nicht, wenn sie zu weit auseinander liegen. So geben gelb und blau grün, roth und gelb orange, orange und gelblichgrün gelb u. s. f. hingegen orange und indigo geben nicht das zwischen ihnen liegende grün, roth und blau nicht gelb u. s. f.

7. Keine Farbe ist auf eine so besondere und wunderbare Art zusammengesetzet wie die weiße. Diese hervorzubringen werden alle Grundfarben nach gewissen Verhältnissen der Mischung erfordert. Es ist schon unter dem Artikel **Brechbarkeit** der Versuch von **Newton** angeführet worden, daß nämlich ein auf beyden Seiten erhabenes Linsenglas die hinter dem Prisma aufgefangenen Strahlen in dem Brennraume in ein kreisrundes weißes Bild sammle. Wird bey diesen Versuchen das weiße Papier, welches die Lichtstrahlen hinter dem Linsenglase auffängt, hin und her beweget, so wird man dadurch gar leicht wahrnehmen, wie sich die Farben der Weiße allmählig nähern, und sich endlich darin verlieren; und wie

die

die Strahlen jenseits der Stelle der völligen Weiße, wo sie sich kreuzten, wieder aus einander fahren, und nur in umgekehrter Ordnung dieselben Farben wie diesseit des weißen Bildes darstellen. Wenn man eine oder mehrere Farben auffängt, ehe sie noch in Brennraum kommen, so wird statt der Weiße eine andere gemischte Farbe entstehen.

Hieraus folgert nun **Newton**, daß Weiß, die gewöhnliche Farbe des Lichtes, eine Vermischung aller Lichtstrahlen von allen Farben sey, welche von den verschiedenen Theilen leuchtender Körper herkommen. Sind also die einfachen Strahlen in dem gehörigen Verhältnisse der Mischung vorhanden, so entsteht daraus die weiße Farbe; ist aber eine Gattung vor der andern in größerer Menge da, so wird die Farbe des Lichtes sich nach der Farbe dieser Strahlen hinneigen, wie z. B. bey der blauen Farbe des Schwefels, der gelben Flamme einer Kerze u. s. f.

Daß das Weiß wirklich aus allen Farben zusammengesetzet sey, sucht er noch aus verschiedenen Versuchen zu erweisen; außer dem weißen Lichte, welches er aus den verschiedentlich gefärbten Sonnenstrahlen hervorbrachte, nahm er verschiedene gefärbte Materien, und vermischte diese in eben dem Verhältnisse zu einander, wie er die Farben im Sonnenlichte angetroffen hatte; die gefärbten Pulver, deren er sich bediente, zeigten zwar anfänglich nur eine grauliche Farbe; allein es war wirklich ein dunkeles Weiß, oder Weiß mit Schatten vermengt. Denn so bald er die Mischung in ein starkes Licht stellete, so ward sie glänzend weiß *).

Aus diesen auf Versuche sich gründenden Sätzen sucht nun **Newton** verschiedene Phänomene in ein größeres Licht zu stellen. Zuerst bestimmt er, wie es zugehe, daß an einem Gegenstande, welchen man durch ein Prisma betrachtet, allein der Rand mit gewissen Farben und in einer gewissen Ordnung gefärbt erscheine; hierauf sucht er die Erscheinungen des Regenbogens nach seiner Farbentheorie zu erklären. M. s. Regenbogen. Wenn

*) *Newtoni* optices lib. I. P. 2. prop. 3.

Wenn man durch ein dreyseitiges Prisma Gegenstände betrachtet, so findet man die Ränder von allen mit Farben eingefaßt, es mag entweder ein heller Gegenstand auf einem schwarzen Grunde, oder ein dunkler auf dem weißen sich befinden. Nimmt man z. B. ein weißes Blatt Papier (fig. 55.) a b c d, und betrachtet selbiges durch ein Prisma, dessen Schärfe nach unten gekehret ist, auf einem dunkeln Grunde; so erscheinet das ganze Papier weiß, aber bey c d sieht man einen violetten und gegen innen einen blauen, bey a b aber einen rothen und nach innen einen gelben Rand. Stellt man sich nämlich auf dem Papiere unzählig viele mit a b und c d parallele weiße Linien vor, so wird eine jede dieser Linien durch das Prisma in einen gefärbten Streifen getheilet; allein die obere Hälfte eines jeden solcher Farbenstreifen fällt mit der untern Hälfte des zunächst darüber und die untere Hälfte mit der obern des zunächst darunter befindlichen Farbenstreifen zusammen, und weil alle diese Farbenstreifen gleich hell sind, so sieht das Auge überall nichts als die weiße Farbe; aber oben bey a b und unten bey c d sind Schatten; also sieht das Auge oben die eine, und unten die andere Hälfte des Farbenbildes vom Papiere deutlich. Hätte das Papier die geringsten Falten oder sonst irgend einen Schatten, so zeigen sich auf einer solchen Stelle aus eben dem Grunde sogleich Farben. Betrachtet man hingegen ein dunkeles Blatt auf einem weißen Grunde, so wie vorher, durchs Prisma, so findet man die gefärbten Ränder umgekehrt, weil sie von dem weißen Grunde kommen. Diesemnach wird eine viereckige Fensterscheibe in einem Fenster durch ein mit der scharfen Seite nach unten gekehrtes Prisma unten einen violetten und blauen, oben einen rothen und gelben Rand zeigen. Betrachtet man aber einen Streifen Fensterbley, also einen dunkeln Gegenstand, zwischen zwey hellen Scheiben, so nimmt man oben einen blauen und darunter einen violetten, unten hingegen einen rothen und um diesen einen gelben Rand gewahr. Ob man nun gleich nach dem gemeinen Sprachgebrauch in diesem letzten Falle die Ränder des Streifens als Ränder des dunkeln

Strei-

Streifens betrachtet, so folgt doch aus dem Gesagten, daß man keines Weges sich vorstellen müsse, als ob die farbigen Ränder aus dem Dunkeln entständen. Der Optiker muß vielmehr die Sache so betrachten, als ob die Ränder eigentlich dem Hellen zugehörten, um sich durch gewisse Erscheinungen nicht irre führen zu lassen. Aus dem Angeführten ist auch nun leicht zu begreifen, daß ein schmaler schwarzer Streifen auf weißem Grunde ganz verschwinden kann, wenn man ihn durchs Prisma betrachtet, weil ihn der weiße Grund von beyden Seiten mit seinen farbigen Rändern bedeckt.

Endlich wendet auch **Newton** seine Farbentheorie zur Bestimmung der verschiedenen Farben natürlicher Körper an. Die Farben dieser Körper entstehen daher, daß einige Körper einige Gattungen von farbigen Strahlen heftiger als andere zurückwerfen. So sendet z. B. Mennige die am wenigsten brechbaren oder rothen, am häufigsten zurück, und scheint daher roth; Veilchen werfen die am meisten brechbaren oder die violetten am häufigsten zurück, und überhaupt werfen alle Körper diejenigen Strahlen, welche zu ihren eigenen Farben gehören, häufiger als die andern zurück. Dieses Gesagte sucht er dadurch zu bestätigen, weil Körper, welche in das durchs Prisma abgesonderte mit ihnen gleichartige Licht gestellet werden, am lebhaftesten und glänzendsten aussehen. So sieht Zinnober in dem rothen Lichte an lebhaftesten aus, im grünen Lichte nicht so sehr, und im blauen noch weniger. Auch durchsichtige, gefärbte Flüssigkeiten pflegen ihre Farbe nach der Dicke zu ändern. Auf diese Weise scheint in einem kegelförmigen Gefäße eine rothe Flüssigkeit, welche man zwischen das Licht und das Auge hält, unten zunächst dem Boden, wo sie dünner ist, blaßgelb; etwas höher, wo sie dicker ist, orangefarbig; wo sie noch dicker ist, roth; und wo sie am dicksten ist, sehr dunkelroth. Man muß sich also vorstellen, daß eine solche Flüssigkeit die indigo- und vielfarbigen Strahlen am leichtesten, die blauen und grünen nicht so leicht und die rothen am wenigsten aufhalte. Hieraus erkläret auch **Newton** den oben angegebenen Versuch des Dr.

Hook mit zwey gläsernen Prismen, die er mit einer rothen und blauen Flüssigkeit angefüllet hatte, und welche für sich durchsichtig, zusammengehalten aber undurchsichtig waren. Denn wenn die eine Flüssigkeit nur die rothen, und die andern nur die blauen Strahlen durchläßt, so können auch beyde zusammen gar kein Licht mehr durchlassen, und erscheinen daher undurchsichtig.

Da also die Körper eine gewisse Farbe zeigen, weil sie Strahlen von einer gewissen Gattung in größerer Menge als andere durchlassen oder zurückwerfen, so nimmt **Newton** an, daß sie die nicht durchgelassenen oder zurückgeworfenen Strahlen aufhalten und gleichsam verschlucken. Bey dünnen Körpern geht noch etwas von diesem Lichte hindurch; und so scheint das Blättchengold grünlichblau, wenn man durch selbiges in ein Licht siehet; dichtes Gold hingegen verschluckt oder vernichtet die blauen Strahlen, und wirft nur die gelben zurück, daher es auch gelb aussiehet. Eine ähnliche Bewandtniß hat es mit gewissen Flüssigkeiten und einigen Arten von Glas, welche gewisse Gattungen von Strahlen in größerer Menge durchlassen, und andere häufiger zurücksenden, daß sie daher nach der Lage des Auges gegen das Licht verschiedentlich gefärbt scheinen.

Es gibt auch Körper, welche das auf der Oberfläche derselben zurückstrahlende Licht zu gleicher Zeit brechen; diese erscheinen in verschiedener Richtung betrachtet verschiedentlich gefärbt, wie z. B. die Pfauenfedern, die Federn am Halse der Tauben, der Schillertaffet u. d. g. Auch gibt es durchsichtige Körper, welche andere Strahlen zurücksenden, als sie durchlassen; diese erscheinen bey dem reflektirten Lichte in einer ganz andern Farbe als beym gebrochenen Lichte. So läßt unsere Luft das meiste weiße Licht hindurch, reflektirt aber auch zugleich in großer Entfernung blaues Licht, und sieht daher im reflektirten Lichte blau aus.

Newtons Farbentheorie fand gleich anfänglich verschiedene Widersprüche. Dr. **Hook** war einer mit von den ersten, welcher **Newtons** neue Gedanken mit Heftigkeit bestritt,

bestritt, und behauptete dagegen eine vom **Descartes** entlehnte und veränderte Hypothese, nach welcher die Farben nur in den Schwingungen eines ätherischen Mittels bestehen sollten. Unter den Ausländern war Pater **Pardies** der erste, welcher **Newtons** Lehre vom Lichte und Farben angriff, der aber bald durch **Newton** selbst in gewechselten Schriften seines Irrthums überführet wurde. Vorzüglich aber war **Mariotte** ein starker Gegner gegen die Farbentheorie **Newtons**, indem ihm alle die Versuche, welche **Newton** zur Begründung seiner Theorie angestellet hatte, auf keine Weise gelingen wollten; daher auch selbst **Leibnitz** dem **Newton** die Veranlassung gab, die Schwierigkeiten, welche **Mariotte** angegeben habe, zu heben. Dieserwegen ersuchte **Newton** den **Desaguliers**, die **Mariotten** mißglückten Versuche von neuem vorzunehmen, der sie auch vor der königlichen Societät der Wissenschaften zu London mit dem besten Erfolge ausführte. Nach einiger Zeit stand dennoch der Italiäner, **Rizetti**, gegen **Newton** auf, welcher behauptete, einige von **Newtons** Versuchen falsch und andere ohne Beweis gefunden zu haben; dagegen führte er andere Versuche an, die jenen gerade entgegen zu seyn schienen. Allein dieser fand an dem damahligen Professor **Richter** in Leipzig einen geschickten Vertheidiger [α]). Dessen ungeachtet erneuerte **Rizetti** seine Angriffe in einem eigenen Werke [β]), welche von neuem veranlaßten, daß **Desaguliers** im Jahr 1728. seine Versuche noch ein Mahl wiederhohlte, und noch einige neuere zur Bestätigung beyfügte.

Nachher sind **Newtons** Versuche von mehreren Naturforschern mit dem glücklichsten Erfolge wiederhohlet worden. Sie erfordern freylich viele Vorsicht, wenn sie gelingen sollen, ein vollkommen reines gläsernes Prisma und ein ganz dunkeles Zimmer.

In den neuern Zeiten hat sich vorzüglich Herr **Wünsch** zu Frankfurth an der Oder mit diesen Versuchen beschäftiget,

α) Acta erudit. Lipf. supplem. Tom. VIII. p. 127. u. 226.
β) De luminis affectionibus. Venet. 1727. 8.

get, und daraus zu folgern sich berechtiget geglaubt, daß es nicht sieben Grundfarben, sondern nur drey gebe. Schon in seinem ersten Bande seiner kosmologischen Unterhaltungen äußerte er den Gedanken, daß nur drey Grundfarben Statt fänden; nachher aber hat er diese seine Meinung in einer eigenen Schrift *) durch viele merkwürdige Versuche zu bestärigen gesuchet. Er behauptet in selbiger, daß das weiße Licht nur aus drey Grundfarben bestehe, nämlich **Roth, Grün** und **Veilchenblau**, das Pomeranzengelbe und Gelbe aber eine Mischung aus Grün und Roth, das Hochblaue und Indigoblaue eine aus Grün und Veilchenblau sey. Seine Versuche verdienen allerdings eine genaue Wiederhohlung um so mehr, da sie **Newtons** Farbenlehre nur einfacher machen, aber nicht seiner Theorie von der verschiedenen Brechbarkeit des Lichtes widersprechen. Herr **Wünsch** hat zu seinen Versuchen fünf gleiche und ähnliche Prismen, welche einerley Maße hatten, gebrauchet. Sie lagen in einem Gestelle über einander, so daß ihre Axen in einerley vertikalen Ebene parallel waren, und alle Mahl $1\frac{1}{2}$ Zoll weit von einander abstanden. Sie ließen sich nach Gefallen um die Axe drehen und also stellen, daß auf ein Prisma ein Strahlencylinder und auf mehrere Prismen auch mehrere Strahlencylinder fallen gelassen, die Farben, welche sie machten, abgesondert, und nach Belieben verschiedene Farben durch verschiedene Prismen wieder zusammengebracht werden konnten. Wenn nun dieses Zusammenbringen der Strahlen eine Farbe zu Wege bringt, welche sich durchs Prisma betrachtet oder auch weiter gebrochen, wieder in andere Farben zerstreuet, so wird alsdann daraus der Schluß gezogen, daß diese Farbe gemischt, im entgegengesetzten Falle aber, daß sie einfach sey.

Die Erscheinungen der farbigen Säume und Ränder, welche, helle Körper auf schwarzem, und dunkele Körper auf hellem Grunde durchs Prisma betrachtet, wahrgenommen werden,

*) Versuche und Beobachtungen über die Farbe des Lichtes. Leipzig 1792. 4.

werden, sind mit ihren mannigfaltigen Abwechselungen, die hierbey Statt finden, vom Herrn **von Göthe** [a]) gesammelt und beschrieben worden. Die vorzüglichsten Phänomene, auf welche sich die übrigen alle beziehen, sind nach Herrn **Gren** [b]) folgende:

1. Weiße, einfarbige und schwarze Flächen, wenn sie durchaus gleichförmig sind, zeigen durchs Prisma keine Farben; wohl aber zeigen sie diese an allen Rändern.

2. Ein vertikaler weißer Streif auf schwarzem Grunde erscheinet, wenn der brechende Winkel des Prisma nach unten gekehret ist, oben mit einem rothen und gelben und unten mit einem hellblauen und violetten Saume; die beyden letztern strahlen ins Schwarze hinein.

3. Wenn ein weißer Streifen nicht zu breit ist und horizontal liegt, oder mit der Axe parallel geht, so erblickt man gar kein Weiß mehr, sondern von oben herab gerechnet einen rothen, gelben, blauen und violetten Streifen; und ist das Prisma weit genug entfernet, so ist auch noch ein grüner Streifen in der Mitte zwischen dem Gelben und Halbblauen, oder der gelbe Streifen wird ganz zu einem grünen.

4. Wenn der brechende Winkel des Prisma nach unten gerichtet ist, so zeigen sich in einem schwarzen Streifen auf weißem Grunde jene Erscheinungen umgekehrt. Liegt nämlich der schwarze Streifen vertikal, so hat er oben einen hellblauen und violetten, unten aber einen gelben und rothen Saum; die beyden letztern Farben strahlen in das Weiße hinein.

5. Wenn dieser schwarze Streifen horizontal oder mit der Axe des Prisma parallel liegt, so erscheinet er durchs Prisma betrachtet ganz bedeckt, nämlich von oben herab gerechnet mit einem hellblauen, violetten, rothen und gelben Streifen. Ist er vom Prisma hinlänglich weit entfernet, so wird die hochrothe Farbe pfirschichblüthroth.

[a]) Beyträge zur Optik. Weimar kl. 8. erstes Stück 1791. zweytes Stück 1792.

[b]) Grundriß der Naturlehre. §. 737.

6. Wenn der brechende Winkel des Prisma nach oben gerichtet ist, so zeigen sich alle die von n. 1. bis 5. angeführten Erscheinungen umgekehrt, so daß z. B. im ersten Falle der weiße Streifen auf schwarzem Grunde oben mit einem violetten und hellblauen, und unten mit einem gelben und rothen Saume umgeben ist u. s. w.

Alle diese Phänomene zeigt der Herr **von Göthe** an besondern Karten, wo Weiß und Schwarz auf mannigfaltige Art mit einander abwechseln. Die Verbreitungen der Ränder eines Streifens über dem angrenzenden schwarzen oder weißen Grunde nennt er **Strahlungen.** Aus allen seinen angestellten Versuchen zieht er die Folge, daß Blau ein wenig ins Weiße, Roth ein wenig ins Schwarze, Violet viel ins Schwarze, Gelb viel ins Weiße hineinstrahle. Im zweyten Stücke seiner Beyträge zur Optik beschreibet er auch die Versuche mit grauen und farbigen Flächen auf weißem und schwarzem Grunde, welche besonders durch eine große colorirte Tafel vorgestellet werden. Wenn die farbige Fläche mit dem farbigen Rande durchs Prisma betrachtet homogen ist, so zeigt sich die Fläche vergrößert, im entgegengesetzten Falle aber verkleinert und unrein. Eine Quadratfläche roth gefärbt, welche halb auf einem schwarzen und halb auf einem weißen Grunde lieget, erscheinet durchs Prisma betrachtet an dem Theile des obern Randes, welcher auf dem weißen Grunde sich befindet, merklich tiefer als am andern Theile, welcher auf dem schwarzen Grunde lieget, obgleich beyde eine gerade Linie ausmachen.

Der Herr **von Göthe** ist geneigt zu glauben, daß die Farbentheorie **Newtons** zur Erklärung dieser Phänomene nicht ausreiche, weil man hier durchs Prisma so wohl Schwarz als Weiß, so wohl Dunkel als Licht in Farben aufgelöset sähe. Allein aus dem oben bereits Angeführten erhellet hinlänglich, daß alle diese Erscheinungen nach **Newtons** Farbenlehre sehr leicht erkläret werden können, wenn man nur die farbigen Ränder nicht aus dem Dunkeln, sondern aus dem Hellen herhohlet. Sie sind auch bereits umständ-

umständlich vom Herrn **Gren** [α]) nach **Newtons** Theorie erkläret worden.

Wenn Körper von allerley Farben durch gefärbte durchsichtige Gläser allerley Art betrachtet werden, so müssen sie nach **Newtons** Theorie dem Auge nur von derjenigen Farbe erscheinen, welche das Licht hat, das das Glas durchläßt, oder welche das Glas im gebrochenen Lichte zeiget. Gegen diesen Satz wendete Herr **Monge** [β]) ein, daß gelbe und rothe Objekte durch Gläser von gleichen Farben betrachtet weiß erscheinen, woraus er zu schließen glaubte, daß unsere Urtheile und Farben sich nicht allein nach der Natur der Lichtstrahlen richteten, sondern sie würden vielmehr durch Umstände und gewisse Relationen modificiret, so wie etwa die Urtheile über Entfernungen und Größen der Dinge. Allein Herr **le Gentil** [γ]) hat durch genau angestellte Versuche gezeiget, daß sich Herr **Monge** getäuschet habe, indem die von **Monge** angegebenen Erscheinungen in der Schwächung des Lichtes ihren Grund hatten, welche von der Natur des Metallkalkes, das zum Färben der Gläser gebrauchet werde und von dem ins Grünliche fallenden Glase herrühren.

Eine hierher gehörige merkwürdige Erscheinung geben **gefärbte Schatten**, wovon besonders einige Versuche vom Herrn Generallieutenant, **Benjam. Thompson**, Grafen **von Rumford** sind angestellet worden [δ]). Wenn man in einem Zimmer beym Anbruche des Tages den Schatten, der von einer brennenden Kerze an irgend einem Körper verursachet wird, auf einem weißen Papiere so auffängt,

 daß

α) Einige Bemerkungen über Herrn von Göthens Beyträge zur Optik; im Journal der Physik. B. VII. S. 3 f.

β) Ueber einige Phänomene des Sehens; aus den annales de chimie. Tom. III. 1789. p. 131. übers. in Grens Journal der Physik. B. II. S. 131 f.

γ) Ueber die Farben, welche roth und gelb gefärbte Gegenstände zeigen, wenn man sie durch rothe oder gelbe Gläser betrachtet; in Grens Journal der Physik. B. VI. S. 165 u. f.

δ) Nachricht von einigen Versuchen über die gefärbten Schatten; in Grens neuem Journale der Physik. B. II. S. 58 f.

daß zu gleicher Zeit ein Schatten desselben Körpers von dem Tageslichte auf das Papier geworfen wird, so wird man den erstern Schatten, der vom Tageslichte erleuchtet wird, bey genauer Aufmerksamkeit hellblau finden, der Schatten des Tageslichtes aber gelblich erscheinen. Diese Erscheinung läßt sich in einem finstern Zimmer, in welches durch eine Oeffnung Tageslicht kommen kann, noch lebhafter machen. Der blaue Schatten erleidet auch Veränderungen, wenn man den gelblichen durch gelb gefärbte Gläser heller oder dunkler macht oder ihm verschiedene Schattirungen gibt. Wenn in einem finstern Zimmer vermittelst zwey brennender Kerzen auf eine weiße Fläche Schatten von ein und dem nämlichen Körper geworfen worden, so erscheinen sie ungefärbt, so bald man aber den einen Schatten durch ein dunkelgelb gefärbtes Glas, welches das Licht auffängt, gelb färbt, so wird der andere blau. Ueberhaupt lassen sich in dem einen Schatten so mannigfaltige Abwechselungen hervorbringen, indem man bloß den andern durch gefärbte Gläser sich anders färben läßt. Selbst werden die Abänderungen auch ohne Gläser im finstern Zimmer durch das Kerzenlicht hervorgebracht, wenn vorüberziehende Wolken Abwechselungen des Tageslichtes bewirken. Herr **Gren** wirft dabey die Frage auf: entsteht die Farbe des einen Schattens, nämlich des blauen, nicht bloß durch Contrast? Wenigstens könne man wohl daraus schließen, daß den Augen in Hinsicht auf Gegenwart oder Abwesenheit von Farben nicht immer zu trauen sey.

Nachdem **Newton** diese seine Farbentheorie aus seinen angestellten Versuchen entwickelt hatte, so gehet er nun zur Untersuchung der Farben dünner Körper über. Man findet über die Farben dünner Körper zuerst beym **Boyle** Bemerkungen. Vorzüglich führet er die Farben an, die man an den Seifenblasen und an dem Terpentin wahrnahm. Auch ließ er sich verschiedene Mahl dünne Gläser blasen, welche ähnliche Farben wie die Seifenblasen spielten. Noch genauer und umständlicher untersuchte diesen Gegenstand

Dr.

Dr. Hook. Dieser brachte vermittelst einer gläsernen kleinen Röhre verschiedene kleine Blasen aus Seifenwasser hervor, welche anfänglich ganz weiß erschienen, nach einiger Zeit aber, indem das Wasserhäutchen dünner wurde, zeigten sich alle Regenbogenfarben darauf, zuerst blaßgelb, darauf orange, roth, purpur, blau, grün u. s. f. Dieselbe Reihe von Farben entstand mehrmahls hinter einander mit dem Unterschiede, daß die ersten und letzten Reihen matt, die mittlere aber sehr helle war. Nach diesen Veränderungen ward die Blase wieder weiß, und sogleich erschienen in dieser zweyten weißen Haut an verschiedenen Stellen einige Löcher, welche allmählig sehr groß wurden, da sie zum Theil in einander liefen. Unter noch andern Versuchen des Dr. Hooke mit dünnen Blättchen gehört vorzüglich der mit dünnen Luftblättchen, den nachher Newton weiter verfolget hat. Er nahm nämlich zwey dünne ebene geschliffene und polirte Glasplatten, legte sie auf einander, und druckte sie zusammen, bis in der Mitte ein roth gefärbter Fleck entstand. Da er sie noch fester andruckte, so bemerkte er verschiedene Farbenringe um jene Stelle herum, bis zuletzt alle Farben aus der Mitte dieser Ringe verschwanden, und der mittlere Fleck weiß ward; welcher aber, wenn er die Platten noch mehr an einander druckte, einige schwarze Flecken bekam. Die erste Farbe, welche erschien, war roth, darauf folgten gelb, grün, blau, purpur; alsdann wieder roth, gelb, grün, blau, purpur und dieses in derselben Ordnung immer fort, so daß er bisweilen 9 oder 10 Ringe zählete, worin das Roth immer an den Purpur grenzete. Diese Ringe veränderten sich mit der Lage des Auges, so daß, ohne an den Gläsern was zu verändern, derjenige Theil, welcher in einer Lage des Auges roth erschien, in einer andern blau, in noch einer andern grün u. s. f. aussah. Diesen Gegenstand verfolgte Newton noch weiter. Von ungefähr drückte er ein Mahl zwey gläserne Primen, die ein wenig convex waren, hart an einander, und bemerkte, daß sie an der Berührungsstelle so vollkommen

men durchsichtig wurden, als wären beyde nur ein Stück Glas gewesen, so daß diese Stelle, wenn man darauf sah, wie ein Loch erschien, welches durch diejenige Luft ging, welche von dem Zusammendrucken der Prismen zwischen ihren Seitenflächen, wie eine dünne Scheibe lag. Durch dieses Loch konnte man die Gegenstände jenseits der Prismen deutlich erkennen, ob man gleich dieselben durch die anderen Theile derselben, zwischen welchen Luft befindlich war, nicht sehen konnte. Als er nun die beyden Prismen um ihre gemeinschaftliche Axe ein wenig herumdrehete, so entstanden eine Menge schmaler gefärbter Bogen, welche zuerst die Gestalt einer Muschellinie hatten, bey weiterer Umdrehung der Prismen aber nahmen sie zu und vereinigten sich endlich zu völligen Kreisen oder Ringen um den runden Fleck. Er hielt diese Ringe für die natürlichen Farben der zwischen diesen Gläsern liegenden dünnen Luftschichte. Um diese Erscheinung mit noch größerer Genauigkeit zu beobachten, nahm er zwey Objektivgläser, ein planconvexes, welches zu einem Fernrohre von 15 Fuß gehörte, und ein großes auf beyden Seiten convexes von 50 Fuß Brennweite. Das erstere legte er mit der ebenen Fläche unterwärts gekehrt auf das letztere und druckte sie sanft an einander. Dabey nahm er aus dem Mittelpunkte der Gläser verschiedene farbige Ringe wahr, welche sich durch stärkern Druck in Ansehung ihres Durchmessers immer erweiterten, in Ansehung ihrer Breite aber zusammenzogen. Die Ordnung der Farben in jedem Ringe von der Mitte ausgerechnet waren folgende: nächst dem durchsichtigen Ringe in der Mitte, welcher von der Zusammendruckung der Gläser entstand, kam blau, darauf weiß, gelb und roth; die nächstfolgende Reihe von Farben bestand aus violet, blau, grün, gelb und roth; die dritte Reihe von Farben waren purpur, blau, grün, gelb und roth; die vierte Reihe enthielt grün und roth. Die übrigen Farben wurden immer unscheinbarer und blasser, bis sie nach drey oder vier Reihen sich ins Weiße verloren.

Newton maß die Durchmesser der ersten sechs Ringe an den Stellen, wo sie am hellsten waren, und fand, daß die Quadrate derselben wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11 sich verhielten. Auch maß er die Durchmesser der dunkeleren Ringe, welche zwischen den hellen lagen, und fand, daß ihre Quadrate im Verhältnisse der geraden Zahlen, 2, 4, 6, 8, 10, 12 fortschritten. Er wiederhohlte diese Messungen mehrmahls und an verschiedenen Stellen der Gläser.

Die Ursache dieser Farben leitete Newton von der Luftscheibe zwischen den beyden Gläsern ab. Um also nun die Dicke der Luftscheibe zu bestimmen, maß er eben die genannten Durchmesser. Denn da eines von den beyden Gläsern eben, das andere aber convex war, so mußten sich die Dicken der Luftscheibe zwischen den beyden Gläsern an den Stellen, wo die farbigen Ringe erschienen, ebenfalls wie die ungeraden, und von den Stellen der dunkeln Zwischenräume wie die geraden Zahlen verhalten. Das auf beyden Seiten erhabene Glas gehörte zu einer Kugel, deren Durchmesser 102 Fuß betrug, und daraus bestimmte er die Dicke der Luftscheibe an jeder Stelle. An dem ersten dunkeln Ringe an dem dunkelsten Theile derselben für senkrechte auffallende Strahlen fand er die Dicke der Luftscheibe $\frac{1}{89000}$ eines Zolles. Die Hälfte dieses Bruchs in die Glieder der arithmetischen Progression 1, 3, 5, 7, 9, 11 multipliciret, gibt die Dicke der Luftscheibe bey allen den Ringen an den dunkelsten Stellen, wo sie am hellsten sind, und die arithmetischen Mittelzahlen werden die Dicken an den dunkelsten Theilen der dunkeln Ringe. Darauf maß er auch die Durchmesser der Ringe für eine jede Farbe insbesondere, und bestimmte durch eine ähnliche Rechnung die Dicken der Luftscheiben, welche eine jede Farbe zurückwerfen.

Als er nun Wasser zwischen die beyden Gläser brachte, und alsdann die Ringe maß, so fand er das Verhältniß ihrer Durchmesser und der Durchmesser der ähnlichen Kreise, welche sich vermittelst der Luft gezeiget hatten, ungefähr wie 7 zu 8; daraus folgte, daß sich die Dicken der Wasserscheiben

ben zu den Dicken der Luftscheiben wie 49 : 64 d. i. wie 3 : 4 verhielten. Hieraus schließt Newton, daß, wenn ein anderes dichteres oder dünneres Mittel als Wasser zwischen den Gläsern zusammengedruckt wird, das Verhältniß der Dicken dieser Mittel zu den Dicken der Luftscheibe dem Brechungsverhältnisse aus diesem Mittel in Luft gleich seyn werde; jedoch gibt er dieses nur als vermuthliche Regel an. Aus diesem Grunde setzet er die Dicke einer Glasscheibe, welche eben die Farbe zeigt, = $\frac{20}{31}$ der Luftscheibe, weil das Brechungsverhältniß aus Glas in Luft = 20 : 31 ist.

Hieraus berechnete **Newton** folgende Tabelle, in welcher die Dicken der Luftscheiben unmittelbar durch Versuche und den daraus hergeleiteten Rechnungen bestimmt, die Dicken der Wasserscheiben aber = $\frac{3}{4}$ und die der Glasscheiben = $\frac{20}{31}$ von den Luftscheiben angenommen sind, alles in Milliontheilchen eines englischen Zolles angegeben.

Dicke der farbigen Blättchen von

		Luft.	Wasser.	Glas.
Farben der ersten Reihe.	Sehr schwarz	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{10}{31}$
	Schwarz	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{20}{31}$
	Schwärzlich	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{2}{7}$
	Blau	$2\frac{3}{5}$	$1\frac{4}{5}$	$1\frac{11}{20}$
	Weiß	$5\frac{1}{4}$	$3\frac{7}{8}$	$3\frac{2}{5}$
	Gelb	$7\frac{1}{9}$	$5\frac{1}{3}$	$4\frac{3}{5}$
	Orange	8	6	$5\frac{1}{6}$
	Roth	9	$6\frac{3}{4}$	$5\frac{4}{5}$
der zweyten Reihe.	Violet	$11\frac{1}{6}$	$8\frac{3}{8}$	$7\frac{1}{5}$
	Indigo	$12\frac{5}{6}$	$9\frac{5}{8}$	$8\frac{2}{11}$
	Blau	14	$10\frac{1}{2}$	9
	Grün	$15\frac{1}{8}$	$11\frac{1}{3}$	$9\frac{5}{7}$
	Gelb	$16\frac{2}{7}$	$12\frac{1}{5}$	$10\frac{2}{5}$
	Orange	$17\frac{2}{9}$	13	$11\frac{1}{5}$
	Hellroth	$18\frac{1}{3}$	$13\frac{3}{4}$	$11\frac{5}{6}$
	Scharlach	$19\frac{2}{3}$	$14\frac{3}{4}$	$12\frac{2}{3}$

Dicke der farbigen Blättchen von

		Luft.	Wasser.	Glas.
der dritten Reihe.	Purpur	21	$15\frac{3}{4}$	$13\frac{11}{20}$
	Indigo	$22\frac{1}{10}$	$16\frac{4}{7}$	$14\frac{1}{4}$
	Blau	$23\frac{2}{5}$	$17\frac{11}{20}$	$15\frac{1}{10}$
	Grün	$25\frac{1}{5}$	$18\frac{9}{10}$	$16\frac{1}{4}$
	Gelb	$27\frac{1}{7}$	$20\frac{1}{3}$	$17\frac{1}{2}$
	Roth	29	$21\frac{3}{4}$	$18\frac{5}{7}$
	Bläulichroth	32	24	$20\frac{2}{3}$
der vierten Reihe.	Bläulichgrün	34	$25\frac{1}{2}$	22
	Grün	$35\frac{2}{7}$	$26\frac{1}{2}$	$22\frac{3}{4}$
	Gelblichgrün	36	27	$23\frac{2}{9}$
	Roth	$41\frac{1}{3}$	$30\frac{1}{4}$	26
der fünften Reihe.	Grünlichblau	46	$84\frac{1}{2}$	$29\frac{2}{3}$
	Roth	$52\frac{1}{2}$	$39\frac{3}{8}$	34
der sechsten Reihe.	Grünlichblau	$58\frac{3}{4}$	44	38
	Roth	65	$48\frac{3}{4}$	42
der siebenten Reihe.	Grünlichblau	71	$53\frac{1}{4}$	$45\frac{4}{5}$
	Röthlichweiß	77	$57\frac{3}{4}$	$49\frac{2}{3}$

Newton ist nun der Meinung, daß man mit Hülfe dieser Tafel aus der Dicke der durchsichtigen Scheibchen die Farbe, die sie zurückwerfen und umgekehrt aus der Farbe die Dicke der Scheibchen bestimmen könne; auch könne man selbst die Dicke der Theile der natürlichen Körper aus ihren Farben errathen; ferner lasse sich, wenn man zwey oder mehrere dünne Blättchen auf einander lege, so daß sie zusammen ein einziges Blättchen so dick wie alle zusammen ausmachen, die daraus entspringende Farbe angeben. Eine blaue Farbe z. B. welche man zur dritten Reihe rechnen kann, wird durch Scheibchen erzeuget, deren Dicke, wenn sie die Dichtigkeit des Glases hätten, 15,1 Milliontheilchen des englischen Zolles betragen wird.

Alle bisher erwähnte Beobachtungen waren an einem dünnern Mittel, welches von einem dichtern umgeben war, angestellet. Um nun aber auch die Erscheinungen der Farben

ben zu bestimmen, welche an einem dichtern zwischen einem dünnern eingeschlossenen Mittel sich zeigen, so wählte er zu diesen Versuchen unter andern vorzüglich Seifenblasen, und fand, daß die unter solchen Umständen entstehenden Farben viel lebhafter waren, als diejenigen, welche durch ein dünneres Mittel zwischen einem dichtern hervorgebracht werden. Er nahm die nämlichen Farben wahr, nur in umgekehrter Ordnung, welche in der Tabelle angeführet sind, und welche in Gestalt von Ringen vom obersten Punkte ausgingen, und gegen die untere Fläche sich verbreiteten, wo sie endlich verschwanden. Auch wurden diese Farbenringe an der Seifenblase desto breiter, wenn er sie schief ansahe.

Um die Abwechselungen der farbigen Ringe an jenen dünnen Scheibchen, und um überhaupt die Zurückwerfung und Brechung zu erklären, nimmt **Newton** als wahrscheinlich an, daß ein jeder Lichtstrahl vom ersten Ausgange aus dem leuchtenden Körper eine gewisse veränderliche Beschaffenheit erhalte, vermöge welcher er durch die nächste vorliegende brechende Fläche entweder leichter durchgehe, oder leichter reflektiret werde. Es werden also unter mehreren Strahlen, welche auf irgend eine Fläche fallen, diejenigen, welche in dem Zustande des leichtern Zurückgehens waren, zurückgesandt, und hingegen diejenigen, welche mehr zum Durchgehen geneigt waren, durchgelassen; daher wird überhaupt von jeder Oberfläche, worauf Licht fällt, ein Theil desselben zurückgeworfen und ein Theil durchgelassen. Diese Beschaffenheit der Strahlen nennt er **die Anwandlungen des leichtern Zurückgehens oder des leichtern Durchgehens.**

Die Anwandlungen des leichtern Zurückgehens oder Durchgehens scheinen mit der Natur der Sache nicht übereinzustimmen. Um aber vollständig darüber urtheilen zu können, muß man selbst den dritten Theil des zweyten Buchs seiner Optik nachlesen.

Bey dem Verfolge über die Farben dünner Körper fand Newton, daß auch dergleichen durch Scheiben von beträchtlicher

licher Dicke, welche sich in mehrere dünne theilen lassen, hervorgebracht wurden. Er ließ durch ein Loch $\frac{1}{3}$ Zoll im Durchmesser in ein verfinstertes Zimmer einen Lichtstrahl senkrecht auf einen gläsernen Spiegel fallen, welcher auf der einen Seite hohl und auf der andern erhaben war. Die Kugel, aus welcher dieser Spiegel geschliffen war, hatte im Halbmesser 5 Fuß 11 Zoll, und auf der erhabenen Seite eine Belegung von Quecksilber. Hierauf hielt er einen Bogen weißes Papier in den Mittelpunkt der Kugelflächen, die den Spiegel ausmachten, oder etwa 5 Fuß 11 Zoll vom Spiegel so, daß der Lichtstrahl durch ein kleines Loch im Papier ging, und vom dem Spiegel zurück auf dasselbe wieder geworfen wurde. Auf diesem Papiere beobachtete er 4 oder 5 concentrische farbige Ringe wie Regenbogenfarben um das Loch herum, welche den Farben dünner Scheibchen ähnlich aber breiter und matter waren. Der fünfte Ring war kaum sichtbar, bey hellem Sonnenscheine aber zeigten sich noch einige schwache Spuren eines sechsten und siebenten. In der Mitte dieser Ringe war ein weißer, runder und schwach erleuchteter Flecken, welcher etwas breiter als der zurückgeworfene Lichtstrahl war. Die Durchmesser dieser Ringe fand er ebenfalls in dem Verhältnisse wie an den Objektivgläsern. Wegen dieser Uebereinstimmung glaubte er, daß die Farben auf der dicken Glasscheibe fast auf eben die Art, wie die an den sehr dünnen Scheibchen entständen. Denn nachdem er das Quecksilber abgerieben hatte, fand er, daß das bloße Glas eben solche Ringe nur weit matter erzeugete, und daß also das Quecksilber diese Erscheinungen nicht verursachte. Ein metallener Spiegel brachte keine solche farbigen Ringe zu Wege, und daraus schloß er, daß sie nicht von einer einzigen Spiegelfläche herrührten, sondern von beyden Oberflächen der zum Spiegel gebrauchten Glasscheibe und der Dicke derselben abhingen. Hierauf maß er die Dicke des Glases, welches er zum Spiegel gebrauchte, und fand, daß sie genau $\frac{1}{4}$ Zoll betrug. Durch die hierüber angestellte Rechnung bestätigte er seine Theorie,

und versicherte sich, daß die abwechselnden Anwandlungen des leichtern Zurückgehens oder Durchgehens auf große Entfernungen von jeder zurückwerfenden oder brechenden Fläche fortgepflanzet wurden.

Daß **Newton** bey der Untersuchung der farbigen Ringe an dünnen Blättchen wesentliche Umstände übersehen habe, beweisen vorzüglich die merkwürdigen Versuche vom Abbé **Mazeas** *). Wenn man zwey durchsichtige und wohl polirte Glasplatten über einander fortschiebet, und so viel möglich allenthalben gegen einander gleich stark andrucket, so wird man, bisweilen in der Mitte bisweilen an dem Rande, einen Widerstand fühlen, und da, wo er sich äußert, zwey oder drey krumme Linien bemerken, welche theils blaßroth, theils mattgrün sind. Je länger man die Platten gegen einander reibet, desto mehr werden der rothen und grünen Linien an der Berührungsstelle, und sie erscheinen bald ordentlich bald unordentlich unter einander gemengt. Im erstern Falle entstehen concentrische Farbenringe. Hierbey hängen die Gläser sehr stark zusammen, und bleiben so ohne daß sich die Farben verändern. Als er dünne Prismen so zusammenlegte, daß sie ein Parallelepipedum ausmachten und sie gegen einander rieb, so entstanden die Farben noch schöner und glänzender. Als er nun die farbigen Gläser über einer Lichtflamme aufhing, so verschwanden die Farben plötzlich. Die Gläser blieben aber an einander fest hängen; jedoch kehreten die Farben an ihre Stellen zurück, nachdem die Gläser kalt geworden waren. Nahm er Objektivgläser und näherte sich der Flamme, so verschwanden die Farben nicht. Auch bey flachen Gläsern brachte er die Farben selbst auf glühenden Kohlen hervor, wenn er das obere Glas mit einer Zange faßte und das untere rieb; hörte er aber mit Reiben auf, so verschwanden auch die Farben, und ka-

mer

*) Observations sur des couleurs engendrées par le frottement des surfaces planes et transparentes; in den mémoir. de l'Académie roy. des scienc. de Prusse 1752. p. 248, und vermehrt in den mémoir. presentés. Tom. II. p. 26.

men wieder, wenn er sie von neuem rieb u. s. f. Diese Versuche des Abbé **Mazeas** wurden von **Du Tour** [α]) aufs neue wiederhohlet und mit andern vermehret. Gegen **Newton** bemerket er, daß eine Luftscheibe so wenig zur Hervorbringung farbiger Ränder nothwendig ist, daß vielmehr die Luft verursache, daß die Erscheinung der Farben an den flachen Gläsern nicht erfolgen könne, indem sie sich an die Oberflächen anhänge und sich bloß durchs Zusammendrücken nicht vertreiben lasse. Auch **Musschenbroek** [β]) hat mit erhitzten platten Gläsern Versuche angestellet; er wusch sie nämlich mit rektificirtem Weingeiste ab, rieb sie mit warmer Wolle und erwärmte sie über Kohlfeuer. Hierauf legte er das eine über das andere, druckte das obere stark auf das untere und rieb so die eine Fläche gegen die andere. Auf diese Weise nahm er die Farbenringe gewahr, welche desto mehr in die Augen fielen, je schiefer man die Gläser ansah. Woher aber diese farbigen Ringe entstehen mögen, das ist nach seiner Meinung noch nicht aufs Reine gebracht worden. Endlich wurden auch noch die von **Newton** mit dem Hohlspiegel gemachten Versuche vom Herrn **Duc de Chaulnes** [γ]) wiederhohlet. Die Farben, welche sich nach der Zurückwerfung der Strahlen auf dem weißen Blatte Papier zeigten, erkläret der Duc aus der Brechung des Lichtes. Von ungefähr bemerkte er, daß die Farbenringe auf dem Bogen Papier stärker und deutlicher wurden, wenn der Spiegel durchs Anhauchen trübe gemacht war. Dieß Ereigniß überzeugte den **Duc de Chaulnes**, daß die farbigen Ringe durch die Vorderfläche erzeuget werden müßten, und daß die Hinterfläche, welche die durchgegangenen Strahlen zurückwerfe, nur dazu diene, die Strahlen zu sammeln, und sie in hinlänglicher Menge auf das Papier zu werfen, um die Ringe sichtbar genug zu machen.

Vor **Newtons** Zeiten hatte man von dem Wesen der Farben wenig Erträgliches gesagt. Erst **Newton** führet

α) Mémoires presentés. Vol. II et IV.
β) Introductio ad philosophiam naturalem. Vol. II. §. 1837 sqq.
γ) Mémoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1755. p. 201 sqq.

den Gedanken in den beygesetzten Fragen seiner Optik an, daß die Verschiedenheit der Farben nebst der verschiedenen Brechbarkeit des Lichtes erkläret werden könnten, wenn angenommen würde, daß das Licht aus Theilen von verschiedener Größe bestände. Die kleinsten Theile würden alsdann die dunkelste oder violette Farbe geben, und es würde damit zugleich die stärkste Brechung verbunden seyn; die andern Theile aber würden nach Verschiedenheit der auf einander folgenden größern Theile die immer mehr lebhaftern und stärkern Farben hervorbringen; und hiernach würde auch die Brechbarkeit der Strahlen immer geringer werden. Stelle man sich überhaupt die Theile des Lichtes sehr klein vor, so könne man auch die Anwandlungen des leichtern Zurückgehens oder des leichtern Durchgehens erklären. Diese Theilchen würden nämlich alsdann durch irgend eine Kraft in den Körpern, auf welche sie wirken, Schwingungen hervorbringen, und es käme hierbey nur darauf an, ob diese Schwingungen stärker oder schwächer wirkten, als die Lichtstrahlen, im welchen Falle sodann die Lichtstrahlen in ihrer Geschwindigkeit vermindert oder vermehret würden und die Anwandlungen in ihnen zu Wege brächten. Da nun hierin die Farben der Blättchen ihren Grund haben, so würden auch nur diejenigen Strahlen erleuchteter Körper reflektiret, deren Farbe mit der Dicke ihrer dünnen Blättchen zusammengehöret.

Euler a) nimmt nach seiner Theorie an, daß die Farbe eines leuchtenden Körpers davon abhange, ob die Theilchen desselben dem Aether Schläge von einerley bestimmten oder von verschiedenen Geschwindigkeiten eindrucken. Aus seiner Hypothese über die Brechung der Lichtstrahlen leitete er den Satz her, daß diejenigen Strahlen, in welchen die Schläge schneller auf einander folgen, weniger brechbar sind, als diejenigen, in welchen die Schläge langsamer erfolgen. Aus diesem Grunde legt er den rothen Strahlen die größte und den violetten die geringste Geschwindigkeit der Schläge bey.

In

a) Noua theoria lucis et colorum in opusc. varii argum. Berol. 1746. 4.

In einer andern Schrift *) meinet er, daß man alles dieß auch auf die entgegengesetzte Art erklären könne, daß nämlich die rothen Strahlen durch eine geringere Anzahl von Schlägen entstehen könnten, als die violetten. So läßt sich also **Eulers** Hypothese brauchen wie man will, um die Farben der Körper gleich gut zu erklären, und es bleibt daher zweifelhaft, welche Erklärungsart von beyden oder ob gar keine in der wirklichen Natur Statt finde.

Nach **Eulern** besteht das Sonnenlicht nicht aus einer Zusammensetzung von verschiedenem farbigen Lichte, sondern bloß daraus, daß die Schläge desselben nicht in allen gleichen Zeiträumen auf einander folgen, indem einige schneller, andere langsamer von Statten gehen. Weil nun nach seiner Hypothese die geschwinder folgenden weniger als die andern gebrochen werden, so muß das Sonnenlicht durch die Brechung in verschiedene farbige Strahlen zerstreuet werden. Wenn daher Körper eine gewisse bestimmte Farbe zeigten, so rührte dieß bloß daher, daß die Theile desselben dem Aether Schläge von einer bestimmten Geschwindigkeit ertheilten. So sieht z. B. ein Körper roth aus, weil dessen Theile dem Aether Schläge von einer sehr großen Geschwindigkeit eindrücken, hingegen blau, wenn die Schläge von geringer Geschwindigkeit sind; die Schläge von mittlerer Geschwindigkeit würden also die übrigen Farben der Körper zu erkennen geben. Weiß endlich ist ein Körper, wenn die Theile desselben dem Aether Schläge mit verschiedenen proportionirlichen Geschwindigkeiten eindruckt, und schwarz, wenn dieser dem Aether gar keine Schläge mittheilet. Wenn also irgend einem Körper von einer Farbe an einem dunkeln Orte nur rothes Licht zuströmet, so sieht auch der Körper roth aus, indem dadurch die Theilchen seiner Oberfläche in eine schwingende Bewegung gesetzet werden, auf welche das rothe Licht wirken kann, und die also gegenseitig nur das rothe

 Licht

*) Essai d'une explication physique des couleurs engendrées sur des surfaces extrêmement minces; in den mémoir. de l'Acad. de Prusse 1752.

Licht hervorbringen können. Gemischte Farbe hat ein Körper, wenn dieser zwey oder mehrere Arten von Licht zugleich in Bewegung setzt. Da nun eine solche gemischte oder zusammengesetzte Farbe einer einfachen ähnlich seyn kann, so wie **Newton** den Begriff von einfachen Farben gegeben hat, so läßt sich dieses mit **Eulers** Theorie gar nicht vereinbaren.

Mehr von **Eulers** Theorie der Farben beyzubringen, würde hier zu weitläufig und zu unerheblich seyn, indem man mit **Newtons** Theorie in den mehresten Fällen eben so gut, und in vielen andern noch weit besser auskommen kann. Sein ganzes System vom Lichte und den daraus entstehenden Farben findet man mit der größten Deutlichkeit in seinen Briefen an eine deutsche Prinzessinn über verschiedene Gegenstände der Physik.

Herr **Hube** *) nimmt an, daß die Lichtmaterie aus zwey Stoffen bestehe; nämlich aus dem Sauerstoffe, und aus einem andern in allen Körpern befindlichen Stoffe, den er Lichtstoff nennt. Gleich wie nun ein jeder säuerbarer Stoff auf sehr verschiedene Art gesäuert werden kann, so gebe es unfehlbar auch zwischen dem Lichtstoffe und Sauerstoffe vielerley Arten der Verbindung, aus welchen die Verschiedenheit der Farben entspringe. Ein brennender Körper, welcher die säuernde Luft langsam verschlucke, brenne mehrentheils bläulich, wie z. B. der Schwefel. Werde die Flamme durch einen immer größern Zufluß von säuernder Luft verstärkt, so werde sie gelb und röthlich und zuletzt weiß. Im weißen Lichte scheine also der Lichtstoff mit dem Sauerstoffe völlig gesättiget zu seyn, im blauen sey wahrscheinlich ein Ueberfluß von Lichtstoff, im rothen ein Ueberfluß von Sauerstoff, und auch das gelbe scheine nicht völlig so vielen Lichtstoff, als zur Sättigung des Sauerstoffes nöthig ist, dennoch viel mehreren als das rothe zu enthalten. Alle durchsichtige Körper, welche wir kennen, ziehen den Lichtstoff etwas stärker an, als den Sauerstoff, ungeachtet sie beyde anziehen. Daher habe das blaue Licht die größte, und das roth

*) Unterricht in der Naturlehre. 2ter Band. 64ter Brief.

rothe die kleinste Brechbarkeit, ungeachtet der Unterschied in der Anziehung nicht, wie **Newton** geglaubt hatte, bey allen durchsichtigen Körpern von gleicher Größe sey. Wenn also gleich ein ganz einfacher weißer Strahl, so wie er das Sonnenlicht sich außer der Atmosphäre vorstellet, ein Strahl, in welchem der Lichtstoff mit dem Sauerstoffe völlig gesättiget ist, in ein Prisma falle, so muß zwar der ganze Lichtstrahl im Glase gegen das Loth gebrochen werden, weil das Glas den ganzen Strahl anziehet, und zwar stärker als die Luft; aber dennoch muß der Lichtstoff näher nach dem Lothe zu gehen und sich daselbst stärker anhäufen, als der Sauerstoff, weil das Glas jenen etwas stärker anzieht, als diesen. Der Strahl muß sich also in Farben theilen, und von der einen Seite violet, von der andern roth erscheinen. Hat nun ein gläsernes Prisma ihn in sieben merklich verschiedene Farben getheilet, so kann kein anderes Prisma von Glas irgend einen einzelnen gefärbten Strahl weiter theilen; es kann z. B. nicht den grünen in einen blauen und gelben zerlegen, denn die Zerlegung müßte durch die Verschiedenheit, mit welcher das Glas den Lichtstoff und Sauerstoff anzieht, hervorgebracht werden. Wäre aber diese groß genug, um z. B. den grünen Strahl zu zertheilen, so müßte schon das erste Prisma ihn zertheilt haben, wenn es das Licht eben so anzieht als das zweyte oder das dritte u. s. f.

Wenn auf den Zinnober weißes Licht fällt, so verschluckt dieser sehr vielen Lichtstoff, und stößt dagegen den meisten Sauerstoff des Lichtes zurück; also zerstreuet er rothes, seine spiegelnden Theile aber zerstreuen weißes Licht. Bringt man ihn nun in ein finsteres Zimmer in einen blauen, grünen oder gelben Strahl, so verschlucken seine dunkeln Theilchen dieses Licht gänzlich, aber die spiegelnden zerstreuen es, daher sieht der Zinnober blau, grün oder gelb aus. Bringt man ihn aber in das rothe Licht des Prisma, so glänzet er viel stärker, als in irgend einem andern Lichte, weil er nichts davon verschluckt, sondern alles zerstreuet. Auf eine ähnliche Art nehmen auch alle andere dunkele Körper im verfin-

 sterten

sterten Zimmer das prismatische Licht an, von dem sie erleuchtet werden, so daß sie ihre natürliche Farbe bloß alsdann und zwar mit ganz vorzüglicher Lebhaftigkeit zeigen, wenn man sie in den Strahl hält, der diese Farbe hat. Eben so sehen beym Kohlfeuer alle Gesichter roth und bey der Flamme des Weingeistes blau und todtenfarbig aus. Sie würden uns noch röther und blauer zu seyn scheinen, wenn beyde Arten von Licht reiner, und nicht mit so vielem weißen Lichte vermischt wären.

Die Theilchen der Körper, welche das Licht zerlegen, scheinen den einen Theil desselben schon in einer größern Entfernung zurückzustoßen, als in welcher sie den andern Theil einsaugen. Wenn in einem Zimmer die Sonnenstrahlen durch rothe Vorhänge fallen und in diesen irgendwo eine kleine Oeffnung von 2 bis 3 Linien ist, so macht der Sonnenstrahl, welcher durch diese Oeffnung gehet, einen grünen Fleck auf einem weißen Papier, mit welchen man ihn auffängt. Sind aber die Vorhänge grün, so ist der Fleck auf dem Papiere roth. Denn die Theilchen des Vorhanges wirken schon in einer merklichen Weite auf das Licht, und da sie im ersten Falle das rothe zurück stoßen, so bleibt von dem durchgehenden weißen Lichte nur das gelbe und blaue übrig, welches sie nicht verschlucken, sondern durchlassen. Dieses gibt einen grünen Fleck. Im zweyten Falle stößt der Vorhang das grüne, blaue und gelbe Licht zurück, und daher bleibt im durchgehenden weißen Strahl nur das rothe Licht übrig. So zeigt ein sehr dünnes Goldblättchen, wenn man es gegen die Sonne hält, ein bläuliches Licht, weil es den rothen und gelben Theil des durch seine Risse durchgehenden weißen Lichtes zurückstößt.

Es gebe auch gewisse durchsichtige Materien, als die Infusion vom Nierenholze, welche sich auf eine ähnliche Art verhalten, weil in ihnen viel dunkle Theilchen so nahe aneinander und so häufig hinter einander sind, daß sie eine Gattung vom Lichte, welches zwischen ihnen durchgehet, zuletzt ganz zurücktreiben, und nur die übrigen Gattungen durch-

lassen

lassen. Sieht man dergleichen Materie bloß oder doch vorzüglich durch das Licht, was sie zurückwerfen, so zeigen sie eine andere Farbe; sieht man sie von der Seite, halb mit zurückgeworfenem, halb mit durchgehendem Lichte, so zeigen sie eine dritte aus den beyden vorhergehenden gemischte Farbe. Selbst unsere Atmosphäre habe viel dunkle Theilchen, welche das blaue Licht zurückstoßen, und das übrige auf sie fallende verschlucken. Unterdessen ist ihre Wirkung auf das zwischen ihnen durchgehende weiße Licht gewöhnlich ganz unmerklich. Wenn aber die Sonne bey ihrem Aufgange und Untergange selbst im Horizonte stehet, und ihre Strahlen sehr weit durch die Atmosphäre gehen müssen, so werden sie durch jene dunkeln Theilchen merklich verändert, und sehen goldgelb aus, weil ihnen das blaue Licht geraubt wird.

Herr **Voigt** *) sagt, man rechne das Weiße eben so gut wie das Schwarze zu den Farben, und er könne nicht einsehen, warum man den Sprachgebrauch so gewaltsam abändere, und Weiß oder Schwarz keine Farbe nennen wolle. Man könne zwar sagen, in einer dunkeln Nacht sey nicht die geringste Farbe zu erkennen, und es sey daher Schwarz Abwesenheit aller Farbe und könne daher selbst nicht eine Farbe seyn; allein aus dieser Thatsache folge weiter nichts, als man empfinde keine andere Farbe des Nachts als die schwarze. Es sey eine tägliche Erfahrung, daß eine Bedingung nothwendig sey, um Empfindungen von Gegenständen außer uns durchs Gesicht zu haben. Diese Bedingung nenne man Erleuchtung, und einen Körper, der der Grund dieser Erleuchtung ist, leuchtend. Die Eigenschaft des Leuchtendseyns haben verschiedene Körper, besonders die Sonne, der Mond und jedes Feuer; aber alle nach einem verschiedenen Grade der Intensität; die materielle Ursache dieser Erleuchtung sey Licht, welches daher die Ursache sey, daß man an den Körpern Farben wahrnehmen könne; die Abwesenheit des Lichtes hin-

*) Beobachtungen und Versuche über farbiges Licht, Farben und ihre Mischung; in Grens neuem Journale der Phys. B. III. S. 235 u. f.

hingegen bringe in uns die Empfindung des Schwarzen hervor. Licht besteht aber nach ihm aus dem Lichtstoffe und Wärmestoffe, welcher letztere chemisch mit dem Lichtstoffe verbunden ist, und das Licht expansibel macht; die Farben bestehen in den verschiedenen Verhältnissen der Quantität des chemisch gebundenen Wärmestoffs zum Lichtstoffe, hingegen die Intensität des Lichtes in einer größern Wirksamkeit seiner inhärirenden Kraft auf unser Organ, welche er durch die größere oder kleinere Menge des Lichtstoffes, der mit der gehörigen Quantität von Wärmestoff chemisch gebunden ist, erkläret. Weiß Papier, Schnee, in Lebensluft brennender Phosphor und Sonnenlicht glaubt er jedes weiß nennen zu können, nur in verschiedenen Graden der Intensität. Daß die Sonne und der brennende Phosphor in der Lebensluft Licht ausströmen, werde Niemand läugnen, und zwar entwickele jeder Körper Licht aus sich selbst; der Schnee werfe aber auch Lichtstrahlen zurück, freylich nicht in der Intensität, wie die beyden ersten Körper; er entwickele aber das Licht nicht aus sich selbst, sondern ströme nur einen Theil des erhaltenen weißen Lichtes wieder aus. Eben so sey es auch mit dem weißen Papiere beschaffen. Ein Körper, welcher eine andere Farbe hat, ströme das Licht seiner Farbe aus, z. B. rothes Tuch erleuchte alle Gegenstände, welche ihm nahe sind, röthlich; das grüne Licht, z. B. des brennenden Kupfers, erleuchte alles grün u. s. f. Daß ein Körper diese oder jene Farbe habe, bestehe in der Eigenschaft, diese oder jene Quantität Wärmestoff, mit einer gewissen Quantität Lichtstoff verbunden, zurück zu schicken, und also aus dem weißen Lichte, welches ihn erleuchtet, die Quantität des darin enthaltenen Wärmestoffes und Lichtstoffes durch seine Verwandtschaft dahin abzuändern, daß der Körper diese oder jene Farbe erhalte. Die Intensität der Farbe, welche, wenn sie gegen die der andern Farbe sehr stark ist, Erhellung zu Wege bringt, besteht in der Menge des auf die gehörige Art mit Wärmestoff verbundenen Lichtstoffes. Es ist ihm aber kein Mittel bekannt, die Intensität der verschiedenen Farben oder des verschiedenen farbigen Lichtes

tes zu messen und er müsse sich bey seinen Untersuchungen auf Farben nur von einerley Intensität einschränken.

Jeder Körper kann nur eine bestimmte Quantität Licht, wodurch er erleuchtet wird, zersetzen, und den übrigen Theil muß er als Spiegel zurückstrahlen, wenn seine Oberfläche eben genug ist.

Wenn Licht, welches durchs Prisma gehet, nicht mehr weißes, sondern farbiges Licht gebe, so beweise dieß nichts, als daß das Prisma die Eigenschaft habe, den Wärmestoff des weißen Lichtes unter eine Quantität Lichtstoff nach dem Verhältnisse zu zertheilen, daß dadurch die farbigen Lichter entstehen. Uebrigens scheine ihn die Umwandlung des weißen Lichtes in die siebenfarbigen nur eine Vertheilung des Wärmestoffs zu seyn, und dieses werde niemand oder wenigstens sehr gezwungen eine Zerlegung im chemischen Sinne nennen. Er nimmt also an, daß das Prisma bloß die Eigenschaft habe, den Wärmestoff des weißen Lichtes so zu vertheilen, daß dadurch rothes, grünes und violettes Licht entstehe; ein Theil des rothen Lichtbildes falle auf einen Theil des grünen, und es entstehe Gelb; ein Theil des grünen Lichtbildes falle auf einen Theil des violetten und verursache das Blau.

Die Erscheinung, daß die siebenfarbigen Lichtstrahlen in dem Verhältnisse, wie sie im Prisma entstehen, das weiße Licht bey ihrer Wiedervereinigung geben, beweise weiter nichts, als daß das Prisma bey der Verwandlung des weißen Lichtes in das siebenfarbige dem Lichte nichts von seinen Bestandtheilen entzogen, sondern diese bloß anders vertheilet habe. Wenn man einen farbigen Lichtstrahl, z. B. einen gelben, in einem zweyten Prisma zum zweyten Mahle breche, so werde dieser dadurch in zwey andere, in einen rothen und grünen verwandelt. Es zeige nur an, daß das Prisma, wo es wegen der vorhandenen Quantität Wärmestoff angehe, diesen so vertheile, daß rothes, grünes und violblaues entstehe.

Eine sonderbare Erscheinung finde hierbey Statt. Nämlich das Prisma sey im Stande, den Wärmestoff und Licht-

stoff

stoff im grünen und violetten Lichte so fest zu verknüpfen, daß kein anderes Prisma durch die Kraft seiner Vertheilung, welche auf Attraktionskraft des brechenden Mittels beruhe, den Wärmestoff und Lichtstoff anders zu vertheilen im Stande sey. Wenn man aber durch Mischung die beyden Farben Grün und Violet hervorbringe, so habe das Prisma die Kraft den Wärmestoff darin so zu vertheilen, daß die Farben dadurch entstehen, woraus der gebrochene Lichtstrahl gemischt war. Daher komme es, daß das ursprünglich prismatische Grün, durch ein zweytes Prisma gebrochen, nicht in Gelb und Blau verwandelt werde, wohl aber das durch die Mischung entstandene.

Auf die Kraft des Prisma, den Wärmestoff zu zertheilen, gründe sich die Erscheinung der farbigen Säume bey Betrachtung der Gegenstände durchs Prisma.

Das Prisma sey aber nicht das einzige Mittel, den Wärmestoff auf verschiedene Art zu vertheilen, sondern es gebe deren noch mehrere, als sehr dünne Seifen- und Glasblasen, zwey stark an einander gedruckte Plan- und Convergläser, die Federn der Vögel und überhaupt sehr dünne Körper. Hierbey müsse er aber gestehen, daß er keine hinreichende Erklärung davon geben könne.

Die Versuche über die Mischung der Farben macht man synthetisch sehr leicht auf einer Farbenscheibe, welche ein auf einer Spitze horizontalliegendes Schwungrad ist, das in einen schnellen Umlauf wie ein Kreisel gesetzet werden kann. Auf dieses Schwungrad legt man Scheiben von starkem Papiere, welche auf dem Mittelpunkte des Rades mit ihrem Centro befestiget werden. Diese Scheiben theilet man in Sektoren, denen man durch Pigmente die Farben gibt, welche man mischen will. Wenn man z. B. einen Halbkreis grün, den andern violet mahlet, und diesen in einen schnellen Umlauf bringet, so nimmt die ganze Scheibe während des Umlaufes eine homogene blaue Farbe an.

Weil die Weißglühehitze von einer weit höhern Temperatur ist, als die Rothglühehitze, daß also das Weiße den

meisten

meisten Wärmestoff unter allen Lichtern zu haben scheine, so nimmt er an, daß der Lichtstoff gesättiget mit Wärmestoff die Empfindung des weißen Lichtes hervorbringe, und daß das Schwarze der Lichtstoff ohne allen Wärmestoff, oder Abwesenheit des Lichtes sey, weil der Lichtstoff nur durch Wärmestoff wirksam werde.

Wenn das weiße Licht ungebrochen durchs Prisma ginge, so würde es auch wieder als weißes erscheinen; er glaubte daher annehmen zu können, daß eine Farbe desto mehr brechbar sey, je weniger Wärmestoff, oder was einerley sage, je mehr Lichtstoff sie enthalte. Also habe das grüne Licht mehr Wärmestoff als das rothe; eben so das blaue, welches aus der Mischung von Grün und Violet entstehe, enthalte mehr Wärmestoff, als das grüne. Dieß schade seiner Behauptung nichts, indem das gelbe bloß dadurch entstehe, daß ein Theil des rothen Farbenbildes auf einen Theil des grünen falle, und das blaue dadurch, daß ein Theil Violet auf einen Theil des grünen falle.

Hieraus sucht er nun Formeln herzuleiten, um daraus die Verhältnißzahlen für die Quantitäten des Wärmestoffs in den verschiedenen Farben zu finden, wobey er den Hauptsatz zum Grunde leget: **die Quantität des zurückstrahlenden Wärmestoffs in einer gemischten Farbe ist gleich der Summe der Quantitäten des zurückstrahlenden Wärmestoffs in seinen einzelnen Farben**, und gleichwohl soll die Mischung der Farben eine chemische Durchdringung zwey oder mehrerer Arten farbiger Lichtstrahlen seyn. (Allein bey chemischen Produkten kömmt es nicht so wohl auf die Quantitäten der zu mischenden Stoffe, als vielmehr auf ihre Qualitäten an, indem alsdann erst ein ganz anderes Produkt von ganz verschiedenen Eigenschaften der gemischten Stoffe entstehet.)

Alle diese Hypothesen, welche das Wesen der Farben zu ergründen erdacht sind, haben zu viel Willkürliches, und sind daher sehr vielen Zweifeln ausgesetzet. Die Erfahrung zeiget uns weiter nichts, als daß das auf das Prisma aufgefallene

fallene weiße Licht in verschiedentlich farbiges Licht gebrochen werde; woraus wir bloß zu schließen berechtiget sind, daß das weiße Licht aus verschiedenem farbigen Lichte, vielleicht chemisch gebunden, zusammengesetzet sey, und daß es durch die Cohäsionskraft mit der brechenden Materie des Prisma in die verschiedenen Farben getheilet werde. Was aber rothes, gelbes, blaues u. s. Licht sey, davon hat uns bisher die Erfahrung nichts Bestimmtes gelehret, und es läßt sich also auch davon nichts weiter sagen.

Von den bisher betrachteten Farben muß man die **Pigmente** unterscheiden. Ein **Pigment** nämlich ist der färbende Stoff selbst, der erst die Erscheinungen, welche wir Farben nennen, zu Wege bringet; und es sind daher Pigmente und Farben wie Ursache und Wirkung verschieden. Nach dem gemeinen Sprachgebrauch werden die Pigmente zwar auch Farben genannt, allein bey wissenschaftlichen Vorträgen muß man beyde sorgfältig von einander unterscheiden. So ist z. B. der Zinnober, die Menige u. s. f. das Pigment; das Rothe aber, von welchem wir die Empfindung an diesen Körpern haben, ist die Farbe. Die Mischung von Pigmenten fällt oft ganz anders aus, als die Mischung von Farben; so gibt z. B. Lakmustinktur mit Salpetersäure verbunden ein rothes Pigment, da sonst gelbe und blaue Farbe allemahl Grün gibt. Durch Pigmente kann man Farben darstellen, welche in derselben zusammengesetzet sind, im Prisma aber sich einfach zeigen. Verwechselt man daher diese Nahmen, so kann man dadurch leicht zu Fehlschlüssen verleitet werden. So irrte sich selbst **Tobias Mayer** *), welcher zu seinem Farbensysteme drey Grundpigmente, roth, gelb und blau annimmt, und der Meinung war, als ob er dadurch **Newtons** sieben Hauptfarben auf drey gebracht hätte; daher auch der damahlige Lehrer zu Göttingen, Herr **Röderer**, zu Herrn **Kästner**, welcher neben ihm saß, als **Mayer** seine Abhandlung in der Societät vorlas, sagte: **Mayer** verwechselt pigmenta und colores.

Die

*) De affinitate colorum in opp. inedit. Goetting. 1775. 4.

Die Chemie gibt Beyspiele, durch die Mischung gewisser Stoffe Pigmente zu erhalten, welche ganz verschiedene Farben bekommen. Wenn man z. B. Eisenvitriol im Wasser auflöset, und zu dieser ungefärbten Auflösung ein wenig Galläpfeltinktur hinzutröpfelt, so wird dadurch die Solution violet, durch mehreres Zutröpfeln aber schwarz; durch zugesetzte Säure verschwindet die Farbe. Eben diese Eisenvitriolsolution durch Blutlauge wird sogleich schön blau.

Auch gehören hierher noch die so genannten sympathetischen Tinten, womit man Schriften nach Gefallen durch gewisse Operationen sichtbar und unsichtbar machen kann. Die Chemie zeigt die Mittel, dergleichen Tinten zu veranstalten. Löset man z. B. Gold und auch Zinn in Königswasser auf, verdünnet nachher beyde Solutionen mit fünf Mahl so vielem Wasser, so werden Buchstaben mit erster Solution geschrieben im Schatten getrocknet unsichtbar bleiben; überstreichet man sie aber mittelst eines Pinsels mit der Zinnsolution, so wird die Schrift schön purpurroth u. s. f.

M. s. *Newtoni* optice L. I. P. 2. Lib. II. P. 1. 2. 3. **Priestley** Geschichte der Optik aus dem Engl. übers. durch **Klügel**, an verschiedenen Stellen. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre durch **Lichtenberg**. §. 326 — 381.

Farben, zufällige (colores accidentales, couleurs accidentelles) sind Erscheinungen von Farben, welche dem Lichte nicht eigenthümlich sind, sondern auf die besondern Umstände des Auges ankommen. Man unterscheidet diese Farben von denjenigen, welche dem natürlichen Lichte eigenthümlich sind. Der Herr von **Büffon** *) entdeckte diesen Unterschied zuerst, und führte diese Benennung ein.

Als **Büffon** seine Augen lange Zeit gegen ein rothes Viereck auf weißem Grunde gerichtet hatte, so entstand um dasselbe ein blaßgrüner Rand, und wie er die Augen vom rothen Vierecke weg auf den weißen Grund wandte, so zeigte sich darauf ein sanft grünes etwas ins Blaue fallendes Viereck.

Auf

*) Diss. sur les couleurs accidentelles; in den mém. de l'Acad. des scienc. 1743. p. 147. übers. im hamb. Magazin. B. I. S. 425.

Auf eben diese Weise brachte Gelb auf weißem Grunde ein blasses Blau; Grün auf weißem Grunde ein blasses Purpur; Blau auf Weiß ein blasses Roth; Schwarz auf Weiß ein helles Weiß als der Grund selbst, worauf das Schwarze lag, und Weiß auf Schwarz ein dunkeles Schwarz hervor.

Da er das rothe Viereck auf dem weißen Grunde lange Zeit betrachtet hatte, und den erwähnten blaßgrünen Rand um dasselbe wahrnahm, so fuhr er noch immer fort es anzusehen; da sich alsdann das Viereck in der Mitte verfärbte und blasser, an den Seiten aber stärker roth ward. Hierauf entfernte er sich rückwärts beständig mit unverwandtem Blicke auf das Viereck von demselben, und es theilte sich nun der tief gefärbte rothe Rand des Vierecks an jeder Seite in zwey Theile, daß dadurch über dasselbe ein eben so tiefrothes Kreuz gezogen zu werden schien. Er sah immer noch auf das Viereck, und das Ganze verwandelte sich in ein Rechteck von gleicher Höhe mit dem Vierecke, aber nur den sechsten Theil so breit und so lebhaft roth, daß es die Augen verblendete.

Als er nun seine Augen von da weg auf eine andere Stelle des weißen Grundes wandte, sahe er das Bild dieses Rechteckes wie abgezeichnet und lebhaft grün gefärbet. Dieser Eindruck dauerte lange Zeit, verminderte sich nur allmählig, und blieb noch im Auge zurück, wenn es geschlossen war. Aehnliche Erscheinungen bemerkte er auch, wenn er auf dieselbe Art ein gelbes, schwarzes oder sonst gefärbtes Viereck betrachtete; der letzte Eindruck von einem gelben Vierecke war ein blaues Rechteck, und von einem schwarzen Vierecke ein weißes Rechteck. Diese Versuche wurden von einigen seiner Freunde wiederhohlet, und sie sahen alle mit ihm dieselben Erscheinungen.

Auch fand er, daß diese zufälligen Farben sich veränderten, so wie sie sich mit den natürlichen vermischten und zwar nach denselben Regeln, welche die letztern beobachten. Denn wenn eine zufällige grüne Farbe, welche von einer natürlichen rothen hervorgebracht war, auf einen hellen rothen Grund

fiel,

fiel, so verwandelte sich das Grüne in Gelb; fiel ein zufälliges Blau, welches von einem lebhaften Gelb entstanden war, auf einen gelben Grund, so ward es grün.

Auch Herr **Aepinus** [α]) hat verschiedene genaue Beobachtungen über die zufälligen Farben angestellet, woraus er folgende Sätze herleitet. Der lebhafte Eindruck, welchen das Auge durch Betrachtung der Sonne oder eines andern leuchtenden Körpers erhält, stellet zuerst ein gelbes, alsdann ein grünes, und darauf ein blaues Bild dar. Als er einen weißen Gegenstand betrachtete, während daß der von der Sonne in seinem Auge gemachte Eindruck noch fortdauerte, schien er ihm bräunlich zu werden, und mehr oder weniger ins Rothe zu fallen. Auch bemerkte er, daß dieses Bild der Sonne sich auf der Netzhaut etwas erweiterte. Wenn er aber das Bild der Sonne auf einen weißen Gegenstand fallen ließ, so ward die Einfassung blau.

Diese Beobachtungen des Herrn **Aepinus** stimmen mit denen, welche auch schon **de la Hire** [β]) gemacht hat, überein, indem er anführet, daß das Bild der Sonne oder eines andern leuchtenden Körpers, den man eine Zeitlang betrachtet hat, wenn man die Augen verschließe, zuerst roth, dann gelb, grün und zuletzt blau werde. Hieraus kann man nun die allmählige Schwächung des Eindrucks des Lichtes, wenn der Gegenstand ihn nicht mehr unterhält, und die Ordnung der Farben in Absicht auf die Stärke, damit sie auf das Auge wirken, abnehmen.

Herr **D'Arcy** [γ]) hielt es der Mühe werth, genauer zu bestimmen, wie lange der Eindruck des Lichtes unter verschiedenen Umständen fortdaure. Zu dem Ende erdachte er eine Maschine, welche aus einem Kreuz bestand, das sich vermittelst eines Rades und eines Gewichtes um seine Axe drehete, mit

α) Observationes quaedam ad opticam pertinentes; in commentat. Petropol. Tom. X. p. 282.

β) Sur les differ. accidens de la vue; in den mém. de l'Acad. des scienc. 1694.

γ) Mémoir. de l'Acad. des scienc. 1765.

mit einer Geschwindigkeit, welche er nach Willkür verändern und aufs genaueste messen konnte. Um die Bewegung dieser Maschine zu beobachten, stellte er jemanden 28 Toisen weit davon in ein Zimmer, in welches kein Licht, als von dem Gegenstande einer auf dem Kreuze befestigten glühenden Kohle kommen konnte, und der Versuch ward bey Nacht mit der möglichst genauesten Vorsicht angestellt. Er fand, daß die Kohle einen ununterbrochenen Kreis zu beschreiben schien, wenn sie ihren Umlauf in 8 Terzien vollendete, und daß bey einer geringern Geschwindigkeit der Kreis nicht voll ward. Daraus folgert **D'Arcy**, daß der Eindruck des Lichtes auf das Auge 8 Terzien währet. Er fügt noch folgende Bemerkungen hinzu: 1) ob die verschiedene Stärke des Lichtes nicht einen merklichen Unterschied in der Dauer des Eindrucks verursachen würde; 2) ob die verschiedenen Entfernungen des Beobachters hierbey was thun mögen; 3) ob die verschiedene Farbe des Lichtes einen Einfluß auf die Dauer des Eindrucks hätte.

Auch **Franklin** [α]) hat einige Versuche über die zufälligen Farben angestellet.

Beguelin [β]) nahm ein Mahl wahr, als er die tief stehende Sonne im Gesichte hatte, und eine Schrift im Schatten las, daß sich die schwarzen Buchstaben in hellrothe zu verwandeln schienen. Er erkläret diese Erscheinung auf folgende Art: wenn man in dem Falle, da die Sonne das Gesicht bescheinet, zur Schwächung des Lichtes schließet, und der Glanz der Sonne durch die mit Blute angefüllten Augenlieder fällt, so wird dadurch auf der Netzhaut die Empfindung der rothen Farbe zu Wege gebracht.

Vorzüglich lehrreich handelt von den zufälligen Farben **D. Robert Waring Darwin** [γ]). Er nennt die Eindrücke

α) New experiments and observat. Lond. 1769.

β) Sur la source d'une illusion du sens de la vue, qui charge le noi de couleur d'ecarlate; in mém. de l'Acad. roy. des scienc. d Prusse 1771. p. 8.

γ) Philosoph. transact. Vol. LXXVI. übers. in C. Grosse Magazi für die Naturgeschichte des Menschen. B. II. St. 2. Leipzig un Zittau 1789. S. 66—138.

drücke, welche gesehene Gegenstände im Auge zurücklassen, **Spectra** im Auge, die er unter folgende vier Classen bringt: 1) solche, welche von allzugroßer Thätigkeit, 2) welche von dem Mangel der Empfindlichkeit der Netzhaut herrühren, 3) directe Spectra, welche mit den beobachteten Gegenständen gleiche Farbe und 4) inverse oder reverse, welche mit denselben verschiedene Farbe zeigen, und welche letztere **Büffon** zufällige Farben nannte. Diese Benennung hält **Darwin** für unschicklich, weil dergleichen Erscheinungen gewissen bestimmten Gesetzen folgten, welche er zu entdecken sich bemüht. Aus seinen sehr mannigfaltigen abgeänderten Versuchen glaubt Darwin folgern zu können, daß die Netzhaut beym Sehen sich nicht im leidenden, sondern im thätigen Zustande befinde; vielleicht sey sie so gar mit Muskelfibern versehen, erhalte Reitz vom Lichte, und gerathe durch verschiedene Grade des Reitzes in fortdauernde krampfhafte Bewegung von der einen oder von der entgegengesetzten Art, die mannigmahl aufhören, mannigmahl wiederkommen, und bey allzuheftigem Reitze in einen lang anhaltenden krampfhaften Zustand übergehen können. M. s. den Artikel **Gesichtsfehler**.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik S. 450 u. f.

Farbenbild, prismatisches, gefärbtes Sonnenbild (imago solis colorata, spectrum coloratum, image colorée, spectre coloré) ist das farbige Bild, welches von der Brechung des Lichtes in dem gläsernen Prisma entstehet. Wenn man nämlich in einem dunkeln Zimmer durch eine kleine Oeffnung Sonnenlicht fallen läßt, welches durch ein dreyseitiges gläsernes Prisma aufgefangen wird, so vertheilet sich dieses Licht nach der Brechung in verschiedentlich gefärbte Strahlen, welche auf der Wand, die selbige auffängt, ein längliches viereckiges Bild, das oben und unten mit krummen Linien begrenzt ist, zu Wege bringen, und welches folgende vorzüglich bemerkbare Farben gibt: Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo und Violet. Dieses Bild heißt eben das Farbenbild.

Das Farbenbild war vor **Newton** längst bekannt gewesen, allein man hatte auf die längliche Gestalt desselben weiter nicht geachtet. Erst **Grimaldi** *) bemerkte, daß ein Lichtstrahl beym Durchgange durch ein Prisma eine doppelte Brechung erleide, und dadurch aus einander gebreitet werde. Er wußte auch schon, daß ein Theil des Lichtes im Prisma mehr gebrochen werde, als der andere; allein er betrachtete dieß noch nicht als eine verschiedene Brechbarkeit des farbigen Lichtes, woraus der Strahl zusammengesetzet war. Diese Entdeckung ward **Newton** vorbehalten. Als dieser sich nämlich im Jahre 1666 mit Schleifung optischer Gläser beschäftigte, und zugleich ein dreyseitiges gläsernes Prisma anschaffte, um die Erscheinungen der Farben näher zu untersuchen, so fiel ihm die längliche Gestalt des auf der Wand abgemahlten Farbenbildes auf, welche nach den gewöhnlichen Gesetzen der Brechung kreisrund hätte seyn müssen, weil die Oeffnung, durch welche das Licht ins finstre Zimmer gelassen wurde, kreisrund war. Die Seitenlinien dieses länglichen Farbenbildes fand er gerade, an den beyden Enden verlor sich das Licht so allmählig, daß er die Figur derselben nicht recht wohl bestimmen konnte, wiewohl sie ihm ein Halbkreis zu seyn schien. Dadurch wurde er nun desto mehr in Verwunderung gesetzt, weil es ihm noch unbekannt war, daß ein Jahr zuvor **Grimaldi** dieselbe Beobachtung gemacht hatte. Er bemerkte, daß die Länge dieses farbigen Bildes etwa fünf Mahl größer als die Breite war, und diese so große Ungleichheit gab ihm Veranlassung genug, die Ursache davon zu entdecken. Zuerst stand er in der Vermuthung, daß vielleicht ein Unterschied in der Dicke und Beschaffenheit des Glases oder andere zufällige Umstände Ursachen dieser Erscheinung wären; allein er fand diese Vermuthung völlig ungegründet. Nachher untersuchte er diesen Umstand genauer, und maß alle beym Versuche vorkommende Linien und Winkel, berechnete alsdann hieraus, wie groß das Bild der Sonne im Durchmesser nach den gewöhnlichen Gesetzen der Bre-

*) De lumine, coloribus et iride. Bononiae 1665. 4.

Brechung hätte seyn müssen. Die Breite des Bildes fand er zwar eben so, wie ihn die Rechnung gelehret hatte, allein die Länge übertraf sein berechnetes Resultat so sehr, als daß er diese Abweichung von bloß zufälligen Ursachen hätte ableiten sollen. Zuletzt kam er endlich nach vielen noch vorher mißlungenen Versuchen und Muthmaßungen auf den Hauptversuch, welcher unter dem Artikel **Brechbarkeit** n. 2. ist angeführet worden, und woraus er ohne Bedenken folgerte, daß die Ursache des länglichen Farbenbildes in der verschiedenen Brechbarkeit des Lichtes liege; das weiße Licht müsse nämlich aus verschiedenen Gattungen vom farbigen Lichte zusammengesezet seyn; alle diese Gattungen müssen in einerley brechenden Materie verschiedene Brechungsverhältnisse besitzen, und eben darum müsse das weiße Licht bey gleichem Einfallswinkel verschiedentlich gebrochen werden.

Daß bey dem Farbenbilde selbst die verschiedenen Farben durch keine scharfen Grenzlinien unterschieden sind, sondern durch unendliche Abstufungen gleichsam in einander fließen, davon läßt sich der Grund also geben: bey einem jeden gefärbten Strahl gibt es eigentlich unendlich viele Verschiedenheiten von Brechbarkeit, welche zwischen der größten und kleinsten Brechbarkeit sich befinden. Betrachtet man das rothe Licht zuerst, welches folglich die geringste Brechbarkeit besitzet, so würde dieses für sich allein ein kreisrundes Bild der Sonne nach der Brechung geben müssen; zu diesem Lichte kömmt nun noch etwas größer brechbares Licht hinzu, welches ebenfalls für sich ein kreisrundes Bild der Sonne bildet, dessen Mittelpunkt mit dem Mittelpunkte des vorigen nahe zusammenfällt; hierzu kömmt noch mehr brechbares rothes Licht hinzu, dessen Bild wiederum ein Bild der Sonne ist, und wovon der Mittelpunkt dem Mittelpunkte des vorigen Bildes nahe liegt, und so geht es durch alle mögliche Gattungen vom rothen Lichte fort bis zu dem geringsten brechbaren orangegelben Lichte und so weiter bis zu dem größten brechbaren violetten Lichte. Daraus folget aber, daß lauter in einander fließende Kreise entstehen, deren An-

zahl wegen der unendlich vielen Verschiedenheiten des gefärbten Lichtes unendlich ist, und eben dieß verursachet, daß die sieben Farben, welche wir nur wegen der Unvollkommenheit unseres Gesichtes wahrnehmen können, durch keine scharfen Grenzlinien abgesondert sind, und daß das Farbenbild selbst auf beyden Seiten durch Kreisbogen begrenzt ist. Auch erhellet hieraus, daß das Farbenbild auf beyden Seiten durch gerade mit einander parallel laufende Linien begrenzt seyn müsse.

Könnte man die Kreise, ohne die Lage ihrer Mittelpunkte zu verändern, im Durchmesser verkleinern, so würde man nun die Stellen der Hauptfarben kenntlicher unterscheiden können. Newton erhielt dieß durch folgendes Mittel. Er nahm ein auf beyden Seiten erhabenes Glas, und fing hiermit das Licht in einer Entfernung von der Oeffnung, durch welche das Licht ging, von etwa 11 bis 12 Fuß auf, stellte gleich hinter dasselbe das dreyseitige Prisma, und ließ das Bild auf einem weißen Papiere sich abmahlen. Hier zeigte sich dieses Farbenbild kleiner aber viel lebhafter und deutlicher. Wenn der durch die Oeffnung kommende Strahlencylinder weder von der Glaslinse noch von dem dreyseitigen Prisma aufgefangen würde, so würde auf der Ebene ein weißer Kreis (fig. 56.) gh abgebildet, dessen Durchmesser dem Durchmesser der Oeffnung gleich wäre; würde ferner der Strahl von der erhabenen Glaslinse allein aufgefangen, so würde ebenfalls das Bild auf der Ebene ein weißer aber viel kleinerer Kreis als der vorhin seyn, aber einerley Mittelpunkt mit demselben haben; wenn aber der hinter der Linse gebrochene Strahlenkegel durch ein dreyseitiges Prisma aufgefangen wird, so müssen nun natürlich die vom Sonnenlichte ungleichartigen herrührenden Strahlen verschiedentlich gebrochen werden, und daher ein kleineres Farbenbild verursachen, in welchem die Farben viel deutlicher und lebhafter zu erkennen sind.

Wenn die Länge des Farbenbildes = 1 gesetzet wird, so beträgt die Länge des rothgefärbten Lichtes $\frac{1}{8}$, des orangegefärbten $\frac{3}{40}$, des hellgefärbten $\frac{2}{15}$, des grüngefärbten $\frac{1}{6}$, des hellblau-

hellblaugefärbten $\frac{1}{6}$, des indigogefärbten $\frac{1}{9}$ und des violetgefärbten $\frac{2}{9}$.

Hieraus lassen sich nun noch folgende Phänomene erklären: wenn man einen kleinen Strahlencylinder im finstern Zimmer auf einen gläsernen geraden Kegel so fallen läßt, daß die Spitze des Kegels dem einfallenden Strahlencylinder zugekehret ist, so mahlt sich hinter dem Kegel auf einer Ebene von den gebrochenen Strahlen ein schöner Kreis von allen sieben Farben in folgender Ordnung ab: die rothe liegt dem Mittelpunkt am nächsten, dann folgt in einem Ringe die orangegelbe, hierauf in einem Ringe die hellgelbe u. s. f. bis zum äußern Ringe von violetblauer Farbe. Kehrt man hingegen die Grundfläche des Kegels dem Strahlencylinder zu, so fällt diese ganze Erscheinung weg. Es sey zu dem Ende (fig. 57.) defa ein Strahlencylinder, welcher auf den Kegel abc gegen die Spitze zu auffällt, so wird der Strahl an, welcher auf die Spitze des Kegels kömmt, ungebrochen durchgehen, weil er mit der Axe des Kegels zusammenfällt. Diejenigen Strahlen aber, welche oberwärts der Axe auf die Kegelfläche auffallen, werden nach der Brechung eine Lage erhalten, welche unterwärts der Axe an fällt, diejenigen aber, welche unterwärts der Axe auffallen, werden nach der Brechung oberwärts der Axe ihre Lage erhalten. Fällt nämlich der Strahl de auf die Fläche ab, so wird er nach der Brechung im Glase dem Einfallsloth zugelenkt, und bekömmt die Lage eh, beym Uebergange aus dem Glase in die Luft aber wird er von dem Neigungslothe abgelenkt, und erhält daher die Lagen hk, hl, hm u. s. unterwärts der Axe an, nachdem der Strahl ein violetter, dunkelblauer, hellblauer, grüner u. s. f. ist, weil der violette stärker als der dunkelblaue, dieser stärker als der hellblaue u. s. f. gebrochen wird. Auf eben diese Art wird der Strahl gf unterhalb der Axe im Glase nach der Richtung fi und in der Luft nach der Richtung ik, il, im u. s. oberhalb der Axe gebrochen, nachdem der Strahl abermahls ein violetter oder dunkelgelber oder hellgelber u. s. f. ist. Hieraus sieht

man also offenbar, daß die hinter dem Kegel gebrochenen Strahlen in einem Kreise liegen müssen, und zwar die rothen dem Mittelpunkte am nächsten, hernach die orangegelben, darauf die hellgelben u. s. f. bis zum äußersten Rande, welchen die violetten Strahlen begrenzen. Wäre im Gegentheil die Grundfläche (fig. 58.) ab des Kegels abc gegen den einfallenden Strahlencylinder defg zugekehret, so geht der Strahl, welcher mit der Axe hc zusammenfällt, ungebrochen durch. Der Strahl de über der Axe hc geht zwar auch ungebrochen ins Glas über, weil er auf die Grundfläche des Kegels senkrecht auffällt, fällt aber gegen die Kegelfläche unter einem solchen Winkel auf, daß beym Uebergange dieses Strahls in die Luft der Sinus des gebrochenen Winkels größer als der ganze Sinus seyn würde, welches unmöglich ist, daher reflektirt er nach l hin, und geht durch die Kegelfläche in bc ungebrochen durch, weil er hier entweder völlig senkrecht, oder doch wenigstens sehr nahe senkrecht auffällt. Eben dieß findet auch mit dem Strahl gf Statt, dieser wird in k reflektiret, und nimmt die Richtung km. Der Erfolg von allen übrigen Strahlen, welche unter- und oberhalb der Axe auffallen, ist der nämliche, mithin können sie kein Bild zu Wege bringen.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik. S. 174 f.

Farbenclavier (clavecin oculaire) ist ein vom **P. Castel** vorgeschlagenes Werkzeug, eine so genannte Farbenmusik hervorzubringen, die das Auge durch die Mannigfaltigkeit der Farben eben so ergötzen soll, als das Ohr bey der Musik durch die Mannigfaltigkeit der Töne ergötzet werde.

Nachdem **Newton** bey der Untersuchung des Farbenbildes die Seitenlinien desselben scharf begrenzt erhalten hatte, so zeichnete er den Umriß auf ein Papier, und ließ das Bild genau auf diese Zeichnung fallen. Hierauf ließ er durch einen Gehülfen, welcher die Farben sehr genau unterscheiden konnte, die Grenzen einer jeden Hauptfarbe bey (fig. 59.) e, f, g, h, i, k, mit Queerlinien bezeichnen. Wenn nun ac bis d verlängert würde, so daß cd = ac genommen und die

die ganze Länge ad so eingetheilet ward, daß ad, ed, fd, gh, hd, id, kd, cd sich wie 1, $\frac{8}{13}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$ verhielten, so fand er in dem Zwischenraume ck Roth, in ki Orange, in ih Gelb, in hg Grün, in gf Blau, in fe Indigo und in ea Violet. Man sieht hieraus sehr leicht, daß diese Intervallen auf eine sehr wunderbare Weise mit den Zahlen der weichen musikalischen Tonleiter übereinstimmen, weil diese angeführten Zahlen die Längen der Saiten für den Grundton, die große Sekunde, kleine Terz, Quarte, Quinte, große Sexte, große Septime und Oberoktave ausdrucken. In dieser Aehnlichkeit der Farben mit den Tönen meinte der P. **Castel** ein Mittel zu finden, das Auge gleichsam durch eine Farbenmusik zu ergötzen, und gab im Jahre 1725 eine Schrift unter dem Titel: clavecin oculaire heraus, in welcher er die Einrichtung eines solchen Werkzeuges mit vielem Witze und lebhafter Einbildungskraft zu beschreiben sich bemühete. Auch **Krüger** *) hat vielleicht mehr im Scherze als im Ernst einige Ideen von dem Farbenclavier angegeben.

Der Herr von **Mairan** β) hat bewiesen, daß der Gedanke von einem Farbenclaviere sich nicht ausführen lasse, und ein bloßes Spiel der Phantasie bleiben werde. Er führt eine Menge wesentlicher Verschiedenheiten zwischen Farben und Tönen an, welche sich auf die Empfindungen, die sie in uns erregen, beziehen, und schließt seine Abhandlung mit den Worten: die Aehnlichkeit des Lichtes und des Schalles und ihrer Modifikationen kömmt am Ende bloß auf gewisse äußerliche physikalische und mathematische Verhältnisse an, die eine höchst entfernte Beziehung auf ihre in die Sinne fallende Eigenschaften haben. In der That haben auch die Mahlerey und die Musik von jeher ganz verschiedene Mittel angewandt, uns zu vergnügen; jene die gegenseitigen Ruhestellen und die unveränderte Lage ihrer Farben, diese

*) Hamburg. Magazin. B. I. St. 4. A. 1. §. 8.
β) Mémoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1731. p. 61.

die beständige langsamer und geschwinder fortschreitende Folge ihrer Töne und Accorde.

Auch Herr **Heydenreich** *) hat mit vielem Scharfsinn erwiesen, daß die Ausführung von einem Farbenclavier ganz unmöglich sey. Wenn die Verbindungen von Farben eben das bewirken sollten, was die Töne bewirken, so müßten sie 1. eben so fähig seyn, Leidenschaften und Empfindungen zu machen, wie die Töne. Allein die ganze Leiter der Farben gibt kein so bestimmtes und leicht zu erkennendes Verhältniß zu den Intervallen derselben an, daß man daher eine wirkende Melodie zu Wege bringen könnte. Selbst ist die Form der Farben der Raum nicht aber die Zeit, und Leidenschaften und Empfindungen können nur durch solche Zeichen abkopiret werden, welche mit ihnen die nämliche Form, die Zeit, haben. Gesetzt auch, man wollte die Farben in Bewegung bringen, so würden sich doch diese nicht selbst bewegen, sondern nur das, woran sie sich befinden. Der Ton hat seine Existenz durch sein Schweben in der Zeit, die Farbe durch ihre Ruhe in einem Theile des Raumes; 2. durch das Gesicht müßten die Reihen von Farben eben so schnell unterschieden werden können, als das Gehör die Reihen der Töne unterscheidet. Allein wenn nur Reihen von Farben mäßig geschwind vor den Augen vorübergehen, so bewirken sie eine verworrene Vorstellung, welches bey den Tonreihen keines Weges der Fall ist. 3. Auch müßte das Gesicht mit unserem Gedächtnisse und Dichtungsvermögen für Leidenschaften und Empfindungen in eben dem nahen Zusammenhange stehen, als das Gehör. Die Vertheilung und Anordnung des Lichtes und Schattens des Kolorits, alles ist hier ruhend fähig Empfindungen und Leidenschaften zu erwecken, so viel es übrigens der Gesichtssinn erlaubt. Die ähnlichen Gesetze der Farben und Töne, wie die Uebereinstimmung der Zahlen der weichen Tonleiter und der farbigen Felder im prismatischen Farbenbilde sind also ganz zufällig.

M.

*) System der Aesthetik. Leipzig 1790. 8. Sechste Betrachtung S. 224 f.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik. 550.

Farbendreyeck, Farbenpyramide (triangulum chromaticum, pyramis chromatica, chromatoscopium, triangle chromatique, pyramide chromatique) ist eine mathematische Anordnung von gemischten Farben, die sich aus drey Hauptfarbepigmenten zusammensetzen lassen. Die Absicht hierbey ist, den so vielfach verschiedenen Farben bestimmte Benennungen zu geben und das Verhältniß ihrer Mischung aus den drey Hauptfarben, roth, gelb und blau zu bestimmen. Man unterscheidet hier zwar auch die **einfachen** von den **zusammengesetzten** Farben, allein dieser Unterschied ist keines Weges in der Bedeutung zu nehmen, wie Newton die prismatischen Farben von den aus diesen zusammengesetzten Farben unterschied, sondern man nimmt bloß das Roth, Blau und Gelb als einfach an, weil man aus Mischung anderer Farben keine von dergleichen Farben erhalten kann.

Die erste Idee einer wissenschaftlichen Mischung der Farben aus gewissen einfachen hatte schon im 16ten Jahrhundert der Mahler, **Lionardo da Vinci**. Der P. **Castel** *) nahm drey Grundfarben an, nämlich das Feuerroth, Schüttgelb und Himmelblau und eignete sich die Erfindung dieses Gedankens zu. Allein le **Blond** β) hat schon in einer Schrift, über das Abdrucken der Kupferplatten mit Farben, alle Farbenmischungen aus drey Farben hergeleitet. **Zahn** γ) kam zuerst auf den Gedanken, die Zusammensetzung der Farben in ein Dreyeck zu ordnen; er nimmt aber fünf Hauptfarben an, nämlich außer den drey genannten noch Weiß und Schwarz. Stellt man sich das gleichseitige Dreyeck (fig. 60.) r b g vor, und theilt eine jede Seitenlinie in 5 gleiche Theile ein, so läßt sich durch Ziehung gerader Linien durch diese Theilungspunkte das ganze Dreyeck in lauter kleine dreyeckige Felder zerlegen. **Zahn** bringt nun

*) L'optique des couleurs à Paris 1740. 8.

β) Harmony of colouring Lond. 1737. und l'art d'inprimer les tableaux. à Paris 1756. 8.

γ) Oculus artificialis teledioptricus Herbip. 1685 fol. in d. zweyten Ausg. von 1702. p. 111.

nun auf die fünf Theilungspunkte der einen Seite die von ihm angenommenen fünf Hauptfarben, und die Mischungen in die übrigen Durchschnittspunkte, so daß die aschgraue an die Spitze des Dreyecks kömmt. Die Idee von einem Farbendreyeck hat auch **Tobias Mayer** in dem von ihm in jüngern Jahren herausgegebenen mathematischen Atlas vorgetragen, wo er ebenfalls fünf Hauptfarben, Weiß, Gelb, Blau, Roth und Schwarz annimmt, welche er A, E, I, O, V nennt, und zu gleichen Theilen so mischt, daß daraus die Farben AE, AI, AO, AV, EI u. s. f. entstehen. Nach reifer Ueberlegung lieferte er endlich ein wahres Farbensystem, das er der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen im Jahre 1750 vorlegte, wovon aber damahls weiter nichts als eine kurze Nachricht in den göttingischen gelehrten Anzeigen bekannt wurde. Indessen zog dieß viel Aufmerksamkeit nach sich, und veranlaßte verschiedene Schriften, in welchen dieser Sache mehr nachgedacht wurde, von **Schäffer** [α]), **Ignaz Schiffermüller** [β]) und besonders von **Lambert** [γ]). Endlich kam **Mayers** Abhandlung selbst heraus mit sehr wichtigen Anmerkungen vom Herrn **Lichtenberg** [δ]). Mayer theilet jede Seitenlinie des Dreyecks in 13 gleiche Theile ein, so daß er zusammen 91 kleine dreyseitige Fächer erhält. Er nimmt hierbey die drey Hauptfarben Roth, Gelb und Blau an, welche die drey Fächer an den Ecken r, b, g enthalten, hierzu nimmt er die Pigmente Bergzinnober, helles Bergblau und Königsgelb. In den übrigen Fächern sind die Farben r, b, g in

α) Entwurf eines allgemeinen Farbenverein, oder Versuch und Muster einer gemeinnützigen Bestimmung und Benennung der Farben. Regensb. 1769. 4.

β) Versuch eines Farbensystems. Wien 1772. 4.

γ) Beschreibung einer mit dem calauschen Wachse ausgemahlten Farbenpyramide, wo die Mischung jeder Farbe angeordnet, dargelegt und derselben Berechnung und vielfacher Gebrauch gewiesen wird, mit ein. ausgem. Kupfertafel. Berlin, 1772. 4.

δ) De affinitate colorum in *Tob. Mayeri* opp. ined. Vol. I. cura *G. C. Lichtenberg.* Goett. 1775. 4.

in dem Verhältnisse der Perpendikularlinien, welche sich von den Seiten des Fachs auf die Seiten des ganzen Dreyecks fällen lassen, vorhanden; z. B. ein Feld bestehe aus zwey Theilen Roth, zwey Theilen Blau und einem Theile Gelb, so wird man die hieraus entstandene Farbe nach **Mayer** durch $r^2 b^2 g^1$ oder nach **Lichtenberg** durch $2r + 2b + g$ ausdrucken können. Wollte man in diese Farbenleiter auch die Abstufungen bringen, die entstehen, wenn die vorigen Farben noch mit weiß vermischt werden, so könnte man mit Herrn **Lichtenberg** das ganze Farbensystem in ein Prisma vertheilen, dessen Grundflächen gleichseitige Dreyecke sind, wo die Farben von der untern Grundfläche bis zur obern durch alle mögliche Stufen der Helligkeit zwischen Schwarz und Weiß fortgehen könnten. Auch hat Herr **Lichtenberg** ein Muster eines ausgemahlten Dreyecks von 28 Feldern beygefügt, bey dessen Ausführung er verschiedene Schwierigkeiten fand. Besser gelang es ihm, wenn er trockene Farben dazu gebrauchte. Im Jahre 1774 legte er ein solches Farbendreyeck von trockenen Staubfarben der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen vor. Zuerst stellte er eine Prüfung an, in welchem Verhältnisse die verschiedenen Pigmente unter einander zu vermischen wären, um so viel als möglich die daraus entstehenden Farben rein zu erhalten. So fand er z. E. daß ein Theil Gelb, sechs Theile Blau mit einander vermischt ein Grün gaben, in welchem weder Gelb noch Blau mehr hervorstachen. Daraus berechnete er nun, wie viel von den drey Farbenpigmenten, nämlich Bergzinnober, Bergblau und Königsgelb, dem Gewichte nach genommen werden müßte, um die Verhältnisse des Farbendreyecks richtig zu bestimmen.

Der Herr Prof. **Erxleben** *) erinnert, daß man die Pigmente nicht nach dem Gewichte, sondern nach dem Volumen mit einander vermischen müßte. Zu den Grundfarben nahm er Carmin, Berlinerblau und Königsgelb, verglich ihre eigenthümlichen Gewichte und fand sie nach der Folge

*) Physikalische Bibliothek. B. I. St. 4. S. 403 u. f.

Folge ein wenig kleiner als Eins, Eins und Zwey. Aus ein Paar Proben urtheilte er, daß die Intensität dieser Pigmente gleich wäre, da sie nach ihrem Volumen mit einander gemischt ein Rothgelb, ein Grün und ein Violet gaben, das sich weder auf die eine noch andere Seite neigte. Zu einem Theile Gelb nahm er bey der Mischung immer doppelt so viel Königsgelb am Gewichte, als vom Berlinerblau am Gewichte zu einem Theile Blau, und zum Roth ein klein Weniges weniger vom Carmin, als vom Berlinerblau zu eben so viel Blau hätte genommen werden müssen.

Lambert hat in der angeführten Schrift diesen Gegenstand zu einem gewissen Grade der Vollkommenheit gebracht. Zu den Grundfarben bediente er sich des Carmins, Berlinerblaus und der Gummigutte. Durch Versuche fand er, daß $\frac{1}{2}$ Gran hochrothen Carmins und $\frac{10}{2}$ Gran Gummigutte in der Mischung eine Farbe gab, in welcher weder Roth noch Gelb hervorstach; daß zwey Gran helles Berlinerblau und 1 Gran Gummigutte ein Grün in der Vermischung hervorbrachten, das weder ins Blaue noch ins Gelbe fiel; daß ein Gran Carmin und 3 starke Gran Berlinerblau eine Mittelfarbe zwischen Roth und Blau in der Mischung geben. Daraus leitete er folgende Grade der Schwäche dieser Farben her, des hochrothen Carmins 1, des hellern Berlinerblaus 3, und der Gummigutte 10, d. h. wenn man die Mischung einer hieraus zusammengesetzten Farbe nach Theilen des Roth, Blau und Gelb angeben soll, so muß man 10 Gewichttheile der Gummigutte, 3 Gewichttheile vom Berlinerblau und 1 Gewichttheil vom Carmin als einen Theil oder Portion der Farben betrachten. Mit dunkelerem Carmin, dunkelerem Berlinerblau und Gummigutte verfuhr **Lambert** eben so, und fand nun die Grade der Schwäche des dunkeln Carmins 2, des dunkelern Berlinerblau 3, der Gummigutte 12. Die verschiedenen Farben vertheilet **Lambert** in eine Farbenpyramide oder dreyeckiges Kästchen mit Fächern. In dem untersten Fache sind 45 Quadrate, jedes mit einer besondern Farbe, nämlich auf den Ecken Roth, Gelb und

Blau,

Blau, und die dazwischenfallenden nach ihren Schattirungen neben einander. Jede Farbe hat 8 Theile oder Portionen aus den drey Hauptfarben, z. B. r^3 b^3 g^2. In dem nächsten darüberliegenden Dreyecke sind 28 Quadrate, deren Farben wieder die drey Hauptfarben jedoch heller mit 25 Mittelfarben sind; diese haben nur 6 Theile von den Hauptfarben des untern Faches und dagegen 2 Theile Weiß beygemischt, z. B. r^1 b^3 g^2 w^2. Im dritten Fache sind 15 Farben, die drey noch heller gemachten Hauptfarben und 12 Mittelfarben, jede zu 4 Theilen der Hauptfarben des untersten Faches mit 4 Theilen weiß, wie z. B. w^4 r^1 g^2 b^1. Das vierte Fach enthält 10 Farben, jede mit 5 Theilen Weiß, das fünfte Fach 6 Farben mit 6 Theilen Weiß, das sechste Fach alle die drey hellen Hauptfarben w^7 r^1, w^7 b^1, w^7 g^1, und das oberste Fach ein einziges weißes Quadrat. Es hält also die ganze Pyramide 108 Farben.

Von der Zubereitung der Farben s. m. chemische Farbenlehre, oder ausführlicher Unterricht von Bereitung der Farben zu allen Arten der Mahlerey von **Carl Fr. Aug. Hochheimer.** Th. I. II. Leipzig 1792 — 1794. 8.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel.** S. 550 u. f.

Farbenzerstreuung, Farbenverbreitung (dispersio radiorum lucis, dispersion des rayons de la lumière) ist die Zerstreuung des Lichtes in verschiedenes farbiges Licht, welche bey jeder Brechung desselben erfolget. Sie ist eine Folge von der Brechbarkeit des Lichtes. Wenn nämlich weißes Licht auf irgend eine brechende Materie fällt, so wird es durch selbige in verschiedentlich farbiges Licht zerstreuet oder gebrochen, und zwar das rothe weniger als das orangefarbene, dieses weniger als das gelbe u. s. f. bis zu dem violetten, welches die stärkste Brechung erleidet; daraus folgt also, daß das gebrochene Licht ganz andere Wege nimmt, als vorher, da es zusammen vermischt vor der Brechung das weiße Licht ausmachte. Fiel das Licht auf eine brechende Materie, welche mit parallelen Seitenflächen

chen begrenzt ist, wie z. B. auf ein Planglas, so wird man keine Farbenzerstreuung bemerken können. Denn senkrecht auffallende Strahlen gehen ungebrochen durch und schief auffallende werden in der brechenden Materie so gebrochen, daß sie beym Ausgehen aus selbiger mit den einfallenden parallel gehen, folglich wird das Licht nach der Brechung hier eben solches seyn, wie es auffiel. Eine gleiche Bewandtniß hat es auch mit denjenigen Strahlen, welche durch eine Glaslinse senkrecht hindurchgehen oder mit der Axe der Linse zusammenfallen. Allein ganz anders ist der Erfolg, wenn die brechenden Flächen irgend eines Mittels schiefe Winkel mit einander machen, wie die Seitenflächen eines gläsernen dreyseitigen Prisma, oder diejenigen Stellen einer Glaslinse, welche von der Axe derselben entfernet sind, und durch welche die auffallenden Strahlen gehen. In allen diesen Fällen wird die Zerstreuung der Lichtstrahlen nach der Brechung bemerkbar genug. M. s. die Artikel **Abweichung, dioptrische, Farbenbild.**

Nachdem **Newton** die wichtige Entdeckung von der verschiedenen Brechbarkeit des Lichtes gemacht hatte, so ward er aus einem seiner Versuche veranlasset zu behaupten, daß alle Strahlen von jedem brechenden Mittel nach einem gewissen allgemeinen Verhältnisse zerstreuet wurden, daß nämlich eine Materie, welche das Licht unter gleichem Einfallswinkel stärker als eine andere breche, auch die Farben in dem Verhältnisse stärker zerstreuen müsse als diese.

Es sey (fig. 61.) efa ein prismatisches mit Wasser gefülltes Gefäß, in demselben befinde sich das gläserne Prisma bcd, und der brechende Winkel sey aufwärts gekehret. In der Ebene, welche die Figur als einen auf den Seitenlinien des Prisma senkrechten Schnitt vorstellet, falle der Strahl gh auf die Seite ea des Prisma und werde durchs Wasser im Raume bce, durchs Glas im Raume bcd und wieder durchs Wasser im Raume bdf in die Lagen hi, ik, lm gebrochen. Durch h, i, k, l ziehe man die Einfallslothe tp, pq, qr, sf und setze für die Strahlen der mittleren

Brech-

Brechbarkeit das Brechungsverhältniß aus Glas in Luft = $1:n$, aus Luft in Wasser = $m:1$, so ist es aus Glas in Wasser = $m:n$. Sind nun alle hier vorkommende Winkel so klein, daß sie ihren Sinussen proportional gesetzet werden können, so ist $phi = \frac{1}{m} ght$, $pih = bce - phi$, oder $pih = pce - \frac{1}{m} ght$, also $gik = \frac{m}{n} pih = \frac{m}{n} bce - \frac{1}{m} ght$, und wiederum $ikq = cbd - qik = cbd - \frac{m}{n} bce + \frac{1}{m} ght$, so wie $rkl = \frac{n}{m} ikq = \frac{n}{m} cbd - bce + \frac{1}{m} ght$. Demnach ferner $rbk = bdf - rkl = bdf - \frac{n}{m} cbd + bce - \frac{1}{m} ght$ und $mlf = m . rlk = m . bdf - n . cbd + m . bce - ght$. Es ist aber der spitzige Winkel mvx, unter welchem der einfallende Strahl gh, und der zum letzten Mahle gebrochene lm gegen einander geneigt sind, $= ght + mlf - eaf$, wie sehr leicht bewiesen werden kann, folglich findet man $mvx = m . (bdf + bce) - n . bcd - eaf$ oder $mvx = m . (cad + cbd) - n . cbd - eaf = (m - 1) . cad + (m - n) cbd$.

Für die am meisten brechbaren oder für die violetten Strahlen sey das Verhältniß der Refraktion aus Luft in Wasser = $M : 1$, aus Luft in Glas = $N : 1$, und der Kürze wegen schreibe man α, β statt cad, cbd; so ist für diese Strahlen der Winkel $mvx = (M - 1) \alpha + (M - N) \beta$. In dem Falle, wenn die ungleichartigen Strahlen nach der letzten Brechung einander parallel werden, so ist der Winkel mvx für alle einerley, also

$$(M - 1) \alpha + (M - N) \beta = (m - 1) \alpha + (m - n) \beta$$

und das gibt $(M - m) (\alpha + \beta) = (N - n) \beta$

folglich $M - m : N - n = \beta : \alpha + \beta$.
Dieß ist der Fall, wenn das aus dem Prisma ausfahrende Licht weiß, ohne Farben erscheinet, und nach Newtons Versuch soll dieser Fall eintreten, wenn zugleich das ausfahrende Licht lm mit dem einfallenden gh parallel ist. Alsdann wäre $mvx = 0$; folglich $(m - 1)\alpha = (n - m)\beta$ und $\alpha : \beta = n - m : m - 1$; mithin ferner $\alpha + \beta : \beta = n - 1 : m - 1$, und daher

$$M - m : N - n = m - 1 : n - 1.$$

Allem Vermuthen nach ist das aus dem Prisma ausfahrende Licht so ganz vollkommen frey von Farben nicht gewesen, weil später angestellte Versuche hiermit nicht übereinstimmen. Sonst würde aber auch die aus dem Versuche gezogene Folge nicht allgemein gelten, wenn auch der Versuch wirklich seine Richtigkeit hätte, weil alles auf ganz kleine Winkel eingeschränkt ist. Inzwischen hielten doch alle andere Optiker mit Newton die Voraussetzung, es sey alle Mohl $M - m : N - n = m - 1 : n - 1$, lange Zeit für richtig, und hatten daher die Hoffnung aufgegeben, die dioptrischen Fernröhre zu größerer Vollkommenheit zu bringen.

Erst im Jahre 1747. veranlaßte **Leonh. Euler**, daß dieser Gegenstand aufs neue einer Untersuchung unterworfen wurde. Er selbst entwarf eine Theorie, welche sich allein auf mathematische Voraussetzungen gründete, die aber mit der Erfahrung nicht übereinstimmten. Daher glaubte anfänglich selbst **Dollond**, welcher die eulerischen Untersuchungen einer Prüfung unterwarf, daß Newtons Behauptung ihre völlige Richtigkeit habe. **Euler** wagte es zwar Anfangs nicht, die Richtigkeit des newtonischen Versuchs zu bestreiten. Allein er bezweifelte doch die daraus hergeleitete allgemein angenommene Folge, daß mit der Brechung die Farbenzerstreuung unzertrennlich verbunden sey. Endlich aber fand **Klingenstierna** in Schweden nach einer genauen Untersuchung, daß der newtonische Versuche keines Weges auf eine entscheidende Art die allgemeine Richtigkeit der Folge beweise, die **Newton** daraus gezogen hatte. Nachdem

dem **Dollond** in England durch **Maller** Nachricht davon erhalten hatte, entschloß er sich, Newtons Versuch mit dem in Wasser gestellten Prisma zu wiederhohlen, und fand den Erfolg ganz anders, als er hätte seyn müssen, wenn die damahls herrschende Meinung schlechthin ihre Richtigkeit gehabt hätte. Bald nachher unternahm Dollond noch andere Versuche, um diese Sache aufs Reine zu bringen. Er legte ein Prisma von Kronglase (fig. 62.) abc mit dem Prisma abd von Flintglase zusammen, und fand durch beyde Prismen zusammen das Sonnenbild ganz ohne Farben. Es sey das Brechungsverhältniß der mittleren Strahlen aus Krongals in Luft $= 1 : m$, aus Luft in Flintglas $1 : n$, mithin aus Kronglas in Flintglas $= n : m$. Der einfallende Strahl ef werde in die Lagen fg, gh, hi gebrochen, so daß tp, qr, qſ die Einfallslothe vorstellen. Man nehme die hier vorkommenden Winkel wieder so klein an, daß sie beynahe ihren Sinussen proportional sind, so ist $pfg = \frac{1}{m} eft$, also $pgf = bac = \frac{1}{m} eft$. Ferner $rgh = \frac{m}{n} pgf - \frac{m}{n} bac - \frac{1}{n} eft$, und $qhg = hgr - hqg = hgr - abd$ also $qhg = \frac{m}{n} bac - abd - \frac{1}{n} eft$. Demnach findet man $\text{ſ}ih = n \,.\, qhg = m \,.\, bac - n \,.\, abd - eft$. Für die violetten Strahlen bezeichne M und N das, was m und n für die mittleren anzeigten, so ist für diese $\text{ſ}hi = m \,.\, bac - n \,.\, abd - eft$. In dem Falle, wenn keine Farben entstehen, mithin die eingefallenen Strahlen mit den ausgegangenen unter sich parallel sind, sind beyde Winkel gleich, und man erhält

$$n \,.\, bac - n \,.\, abd = M \,.\, bac - N \,.\, abd, \text{ alſo}$$
$$(M - m)\, bac = (N - n)\, abd \text{ oder}$$
$$M - m : N - n = abd : bac.$$

Beym dollondischen Versuche war dieß Verhältniß = 19 : 30, also beynahe = 2 : 3.

Bringt man die Sinus selbst in Rechnung, wodurch diese freylich weitläuftiger wird, so findet man schärfer $M - m : N - n = \sin. abd \times \sin. gfa : \sin. bac \times \sin. ghb$.

Nachdem nun **Dollond** sich auf diese Weise überzeuget hatte, daß es gar wohl möglich sey, gebrochenes Licht auch ohne Farben zu erhalten, so fing er nun auch an, hiervon Anwendungen auf die Verbesserung der Fernröhre zu machen, wovon mit mehreren unter dem Artikel **Fernröhre, achromatische.** Weil aber **Dollonds** hierüber angestellte Erfahrungen weder mit **Newtons** Versuchen noch mit **Eulers** Theorie zusammentrafen, so glaubte **Euler** anfänglich, daß Dollonds Versuche müßten fehlerhaft angestellet seyn, indem er seine Theorie als die einzig möglichst richtige betrachtete. Nach seinen angenommenen mathematischen Voraussetzungen war sie es auch; allein sie widersprach den klaren Erfahrungen deutlich, und gab zugleich einen Beweis ab, daß die so genannte farbenzerstreuende Kraft eines Mittels keines Weges mit seiner Brechkraft im Verhältnisse stehe, daß folglich jene in einem Mittel geringer seyn kann, obgleich die Brechkraft desselben größer ist, als in einem andern Mittel, wovon sich endlich auch **Euler** überzeugte, und in seiner vortrefflichen Dioptrik **Dollonds** Versuche selbst zum Grunde seiner Berechnungen legte.

Noch eine andere Theorie der Farbenzerstreuung leitete **Clairaut** *) aus der krummen Linie her, welche das Licht bey der Brechung nach einer Hypothese der Anziehung beschreibet, sie mag nach welchem Gesetze man will geschehen. Diese krumme Linie hat die Eigenschaft, daß der Sinus des Winkels, welchen ein Element derselben in gegebener Entfernung von der brechenden Ebene mit einem Perpendikel auf dieselbe machet, zu dem Sinus des Einfallswinkels in einem unveränderlichen Verhältnisse steht. Das Brechungsverhältniß hängt nach dieser Theorie von der Geschwindigkeit der

*) Mémoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1756.

der Strahlen ab. Aber auch diese Theorie stimmt mit der Erfahrung nicht überein, indem nach ihr seyn müßte

$$M - m : N - n = \frac{mm - 1}{m} : \frac{nn - 1}{n}.$$

Weil nun vermöge der Erfahrung die Brechung in einer brechenden Materie mit der Farbenzerstreuung keines Weges im Verhältnisse steht, so sieht man leicht, daß auch durch keine Rechnung die Farbenzerstreuung in einer Materie gefunden werden könne; man hat folglich auch kein anderes Mittel, als sie unmittelbar durch Versuche zu erforschen. Der Grund der Farbenzerstreuung liegt wahrscheinlich in der Cohäsionskraft der Theile des Lichtes mit der brechenden Materie, und es läßt sich daher eben so wenig ein allgemeines Gesetz auffinden, als bey der Brechung des Lichtes in verschiedenen brechenden Materien.

Versuche mit verschiedenen Arten von Gläsern hat Johann Ernst Zeiher *) in Petersburg, nachmahliger Professor der Mathematik zu Wittenberg, angestellet, und gefunden, daß der Bleykalk, welchen man zu einigen Glasarten nimmt, dem Glase besondere Eigenschaft gibt, daß die Brechung der äußern Strahlen sehr verschieden wird, ohne daß sich die Brechung der mittleren merklich ändert. Durch größern Zusatz von Bleykalk brachte er eine Glasart hervor, welches die Strahlen weit stärker als das Flintglas zerstreuete. Er hatte durch Vermischung von Mennige und Kiesel in verschiedenen Verhältnissen sechserley Arten Glas hervorgebracht, deren Verhältnisse folgende sind:

Verhältnisse der Mennige und Kiesel.	Mittlere Brechung aus Luft in Glas.	Verhältniß der Zerstreuung in Vergleichung mit gemeinem Glase.
I. — 3 : 1	2028 : 1000	4800 : 1000
II. — 2 : 1	1830 : 1000	3550 : 1000
III. — 1 : 1	1787 : 1000	3259 : 1000
IV. — $\frac{3}{4}$: 1	1732 : 1000	2207 : 1000
V. — $\frac{1}{2}$: 1	1724 : 1000	1800 : 1000
VI. — $\frac{1}{4}$: 1	1664 : 1000	1354 : 1000

 Aus

*) Abhandlung von denjenigen Glasarten, welche eine verschiedene Kraft, die Farben zu zerstreuen, besitzen. Petersb. 1763. 4.

Aus dieser kleinen Tafel sieht man, daß eine größere Menge Bleykalk nicht allein eine größere Zerstreuung der Strahlen bewirket, sondern auch die mittlere Brechung beträchtlich vergrößert. Die erste dieser Glasarten, welche drey Mahl so viel Mennige als Kiesel enthält, ist vorzüglich deßwegen merkwürdig, weil sie das Licht stärker als im Verhältnisse 2 : 1 bricht, und die farbigen Strahlen beynahe 5 Mahl mehr als das gemeine Glas zerstreuet. Um diesen Glasarten mehrere Dichtigkeit zu geben, und daher zum dioptrischen Gebrauch besser anzuwenden, fiel **Zeiher** auf den Gedanken, noch alkalische Salze dazu zu setzen. Mit nicht weniger Verwunderung fand er, daß diese Mischung die Brechung sehr verminderte, ohne die Zerstreuung fast im geringsten zu verändern. Zuletzt erhielt er eine Glasart, welche das dollondische Flintglas in Absicht des Gebrauchs der Fernröhre weit übertrifft, weil sie das Licht drey Mahl so sehr zerstreuet als das gemeine Glas, und doch das Verhältniß der mittleren Brechung nur das von 1,61 : 1 ist.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik S. 339 und besonders **Klügels** Zusätze S. 354 u. f.

Federharz s. **Harze.**

Federkraft s. **Elasticität.**

Fermente, Gährungsmittel s. **Gährung.**

Fein (subtile, subtil) heißt dasjenige, was in sehr kleine Theile zertheilet ist, wie z. B. ein feines Pulver, feine Ausflüsse der Körper u. s. f. Bey den Metallen wird das Wort **fein** in dieser Bedeutung gebraucht, daß es das Metall rein ohne fremde Zusätze anzeigt, wie z. B. feines Gold, feines Silber u. s. f.

Fernrohr, Seherohr, Teleskop (tubus opticus, telescopium, conspicillum, lunette, lunette d'approche, télescope) ist ein optisches Werkzeug, wodurch man entlegene Objekte deutlich und vergrößert betrachten kann. Es können nämlich zwey oder auch mehrere Glaslinsen in einer Röhre hinter einander so gestellet werden, daß ihre Axen in eine einzige gerade Linie fallen, deren Zusammen-

setzun-

setzungen alsdann gestatten, weit entlegene Sachen dem Auge unter einem größern optischen Winkel darzustellen, so daß es dieselben deutlicher siehet, als es selbige ohne diese Gläser sehen würde. Dasjenige Glas, welches in einem Fernrohre dem zu betrachtenden Gegenstande zugekehret ist, nennt man das **Objektivglas**, die übrigen Gläser aber **Okulargläser.** Auch heißt diejenige Zahl, welche angibt, wie vielmahl der Sehewinkel durch die Gläser größer erscheine, als wenn das Objekt ohne Gläser durch das bloße Auge bey einerley Entfernung betrachtet würde, die **Vergrößerungszahl.**

Um die Theorie der Fernröhre deutlich einzusehen, muß ich folgende Sätze hier annehmen, welche erst unter dem Artikel **Linsengläser** bewiesen werden können:

I. In Rücksicht der erhabenen oder converen Gläser.

1. Wenn der erleuchtete Gegenstand von der Linse so weit entfernt ist, daß alle von selbigen ausfließende und auf die Linse auffallende Strahlen als parallel zu betrachten sind, so sammeln sich diese nach der Brechung hinter der Linse in einem Raume, dessen Mittelpunkt der **Brennpunkt** genannt wird. Mithin kann man überhaupt den Brennraum als das Bild eines von der Linse unendlich entfernten Gegenstandes ansehen.

2. Wenn das sichtbare Objekt von der Linse gerade um die Brennweite entfernt ist, so gibt es nun gar kein Bild mehr, denn alle Strahlen, welche von einerley Punkte des Objektes auf die Linse fallen, erhalten alsdann nach der Brechung eine solche Lage, welche mit der Lage des Hauptstrahles parallel ist.

3. Wenn ein erleuchtetes Objekt von der Linse weiter entfernet ist, als der Brennpunkt, und die Strahlen, welche von den Punkten desselben ausfließen, fallen aus einander fahrend auf die Glaslinse, so machen sie zusammen nach der Brechung hinter der Linse ein Bild des Objektes, welches verkehrt liegt, vom Glase aber weiter entfernt ist, als die Fokuslänge. Wäre umgekehrt der Gegenstand da, wo das

Bild desselben war, so wird nun sein Bild dahin fallen, wo vorher das leuchtende Objekt war.

4. Wenn das leuchtende Objekt hinter dem Glase im dritten Falle dem Glase näher kömmt, so entfernt sich das Bild hinter demselben desto mehr, und wird folglich größer, zuletzt verschwindet das Bild, oder wird unendlich groß, wenn das Objekt in Brennraum geruckt ist.

5. Wenn das erleuchtete Objekt vor der Glaslinse nicht so weit entfernet ist, als die Fokuslänge beträgt, so kann kein wirkliches Bild, sondern nur ein geometrisches Statt finden, welches vor der Glaslinse liegt, wo das leuchtende Objekt sich befindet. Denn in diesem Falle gehen alle die von einerley Punkte des Gegenstandes ausgehende Strahlen nach der Brechung hinter dem Glase aus einander, und zwar so, als wenn sie von einerley Punkte vor dem Glase herkämen, welcher zwar anfänglich von dem Glase weit entfernet ist, aber gar bald selbigen näher kömmt, wenn die Entfernug des leuchtenden Objektes von der Linse kleiner wird.

II. In Ansehung der Hohllinsen oder concaven Linsen.

1. Mit der Axe parallel auffallende Strahlen werden nach der Brechung hinter dem Glase aus einander fahrend und haben eine Richtung, als wenn sie alle aus einem Punkte herkämen, welcher auf der andern Seite des Glases liegt und der Zerstreuungspunkt oder der eingebildete Brennpunkt heißt.

2. Fallen die Strahlen von einem erleuchteten Gegenstande aus einander fahrend auf die Linsen, so werden sie noch mehr aus einander fahrend.

3. Wenn Strahlen von einem leuchtenden Gegenstande zusammenfahrend auf die Glaslinsen fallen, so werden sie nach der Brechung entweder weniger zusammenfahrend, oder parallel oder gar aus einander fahrend, nachdem ihre Convergenz größer oder geringer ist.

Wegen der Eigenschaft der erhabenen Gläser, daß sie in den meisten Fällen die auf selbige fallenden Lichtstrahlen nach der Brechung zusammen sammeln, und folglich dadurch ein Bild

Bild des Gegenstandes zu Stande bringen, heißen sie auch **Sammlungsgläser**; die Hohlgläser hingegen, welche in den meisten Fällen das auffallende Licht nach der Brechung zerstreuen, **Zerstreuungsgläser**, und können daher auch kein physisches sondern nur ein geometrisches Bild, welches vor der Fläche liegt, auf welche die Lichtstrahlen auffielen, verursachten.

Es sey (fig. 63.) das Objekt lk vom ersten Glase ab, welches gegen selbiges gerichtet ist, weit entfernet, so verursachen alle die von demselben auf die Linse auffallenden Strahlen nach der Brechung das verkehrte Bild qp und es ist nun eben so viel, als wäre pq das wirkliche Objekt, von welchem alle die auf die Linse ed auffallenden Strahlen hinter selbiger so gebrochen werden, daß sie das Bild tv verursachen. Man sieht leicht, daß ein solches Bild alle Mahl erfolgen werde, es mögen so viele Gläser hinter einander gestellet werden als man will. Sollen aber alle diese Gläser physische Bilder zu Stande bringen, so müssen es Sammlungsgläser seyn, und das nächstfolgende von dem vorhergehenden eine solche Entfernung haben, daß ein jedes ein physisches Bild bewirken könne; jedoch ist es aber eben nicht nothwendig, daß die Gläser alle Sammlungsgläser seyn müssen, es kann auch ein und das andere Glas ein Zerstreuungsglas seyn. Auch ist es verstattet, das eine Glas dem andern so nahe zu bringen, daß die im vorhergehenden Glase gebrochenen Strahlen das nächstfolgende, noch ehe ein wirkliches Bild entstehen konnte, auffängt.

Ein mittelmäßig gutes Auge kann ein Objekt deutlich sehen, wenn die von selbigen ausfließenden Strahlen entweder völlig oder beynahe in paralleler Lage auf den Stern des Auges fallen. Man muß also bey Anordnung der Fernröhre darauf sehen, daß die auf das letzte Augenglas fallenden Strahlen nach der Brechung eine solche Lage erhalten, daß sie auf den Stern des Auges beynahe parallel kommen. Ein kurzsichtiges Auge kann hingegen nur alsdann deutlich sehen, wenn die von einem jeden Punkte des Objektes herkommen-

den Strahlen nach der Brechung mehr aus einander fahrend als parallel auf den Stern des Auges fallen. Es muß demnach auch ein solches optisches Werkzeug so eingerichtet werden können, daß man die Entfernung der Gläser, oder wenn es nur ein Okularglas ist, die Entfernung dieses Glases von dem Objektivglase ein wenig ändere, damit die von einem jeden Punkt des Objektes herkommenden Strahlen nach der Brechung auf den Stern des Auges aus einander fahrend auffallen.

Wenn der strahlende Punkt l von dem Objektivglase ab sehr weit entfernet, folglich cf oder der so genannte Oeffnungshalbmesser des Objektivs im Verhältnisse mit cl sehr klein ist, so läuft lf beynahe mit lc parallel, und der Winkel flc ist ebenfalls sehr klein. In dem Dreyecke flc hat man um $lc : cf = 1 : \text{tang. } flc$, mithin $\text{tang. } flc = \frac{cf}{lc}$ oder beynahe $flc = \frac{cf}{lc}$, weil die Sinus und Tangenten sehr kleiner Winkel mit den für den Halbmesser = 1 zwischen den Schenkeln derselben beschriebenen Kreisbogen beynahe gleich groß sind. Aus diesem Winkel $flc = \frac{cf}{lc}$, welchen der aufs Objektiv auffallende Strahl lf mit der Axe macht, findet man alle übrige Winkel, welche eben der Strahl nach der Brechung mit der Axe macht. Man hat nämlich nach der ersten Brechung im Objektive $cq : cf = 1 : \text{tang. } cqf$ oder beynahe $cqf = \frac{cf}{cq}$, aber $cf = cl \, . \, flc$, mithin $cqf = \frac{cl}{cq} \, . \, flc$; nach der zweyten Brechung im ersten Okulare de hat man ferner $gv : gm = 1 : \text{tang. } gvm$, also beynahe $gvm = \frac{gm}{gv} = \frac{gq \, . \, cqf}{gv} = \frac{gq \, . \, cf}{gv \, . \, cq}$; nach der dritten Brechung im zweyten Okulare hi ist weiter $xn : un = 1 : \text{tang. } uxn$, und beynahe $uxn = \frac{un}{xn} =$

nv

$\frac{nv.gvm}{xn} = \frac{nv.cf.gq}{cq.gv.nx}$ u. s. f. Wenn demnach alles von dem Punkte l auf das Objektivglas fallende Licht durch die Okulargläser hindurchgehen soll, so müssen die Oeffnungshalbmesser dieser Gläser folgende Größen besitzen:

Für das erste Okularglas de muß $gm = \frac{cf.qg}{cq}$

Für das zweyte Okularglas hi muß $un = \frac{cf.qg.vn}{cq.gv}$ seyn u. s. f.

Wäre lk der sichtbare oder auch der wahre Halbmesser eines durch das Fernrohr betrachteten Objektes, und der Winkel lck der scheinbare Halbmesser desselben aus der Mitte des Objektivglases gesehen, so würde man nun auch leicht die sichtbaren oder wahren Halbmesser der Bilder finden;

Für das Objektivglas ist nämlich $qp = \frac{qc}{lc}.lk = qc.lck$

Für das erste Okularglas $vt = \frac{gv}{gq}.pq = \frac{gv.qc}{gq.lc}.lk = \frac{gv.qc}{gq}.lck$ u. s.

Man nehme nun an, das Objekt kl sey von dem Objekte ab sehr weit entfernet, so fallen die von einem jeden Punkte desselben ausfließenden Strahlen beynahe in paralleler Lage auf selbiges, und es ist demnach die Entfernung cq des Bildes der Fokuslänge des Objektivs gleich. Aus einem jeden Punkte dieses Bildes pq fahren hinter demselben die Strahlen wieder aus einander, und das Okular fängt selbige eben so auf, als wenn pq ein wirklich leuchtendes Objekt wäre. Wenn demnach qg gerade so groß, als die Fokuslänge des Okulars ist, so kommen alle die auf selbiges fallende Lichtstrahlen nach der Brechung in eine solche Lage, daß sie mit dem Hauptstrahl pt parallel laufen. Wenn also ein mittelmäßig gutes Auge seine Stelle in o hat, so wird es das Objekt kl deutlich aber verkehrt sehen. Betrachtete das Auge den

den Gegenstand kl in o ohne Gläser, so sieht es selbigen unter dem Winkel von $lck = pcq$ nicht viel verschiedenem Winkel lck, da es durch Gläser betrachtet unter dem Winkel gor erscheinet. Nun hat man nach dem vorigen $qp = cp . kcl = cq . qcp = gq . qgp$, folglich $qgp : qcp = cq : qg$, und die Vergrößerungszahl $= \frac{qgp}{qcp} = \frac{cq}{qg}$. Wenn also eine Sammlungslinse für das Objektivglas mit einer andern Sammlungslinse von kürzerer Fokuslänge so verbunden wird, daß beyde so weit von einander entfernet sind, als ihre Fokuslängen zusammen betragen, so gibt diese Zusammensetzung ein Fernrohr ab, durch welches weit entlegene Sachen dem Auge zwar deutlich aber verkehrt, und so vielmahl vergrößert erscheinen, als die Fokuslänge des Okulars in der Fokuslänge des Objektivs enthalten ist.

Wenn k der äußerste Punkt eines durch die Gläser betrachteten Gegenstandes, und kc der davon herkommende mittlere Strahl ist, so geht nun dieser beynahe durch das Objektiv ungebrochen durch, und wird gehörig verlängert das Okular de in r treffen. Dieser Strahl erhält alsdann in allen Fällen nach der Brechung im Okular eine solche Lage, daß er die Hauptaxe lo in dem Punkte o schneidet. Befindet sich also das Auge bey o, und betrachtet das Objekt durch beyde Gläser, so erhält es gewiß noch Licht von dem äußersten Punkte k des Objektes, und wenn beyde Gläser die vorhin angenommene Stellung haben, so wird auch das Auge o das ganze Objekt deutlich sehen. Würde hingegen der äußerste Punkt des durch die beyden Gläser in o betrachteten Gegenstandes weiter über k hinausliegen, so würde alsdann das Auge, wenn der Oeffnungshalbmesser gr derselbe bliebe, das ganze Objekt nicht mehr völlig übersehen können. Man sieht leicht, daß alles dieß auch alsdann Statt finde, wenn gleich das Fernrohr aus mehr als zwey Gläsern zusammengesetzt ist.

Der Raum, welchen das Auge durch ein Fernrohr übersehen kann, wird das **Gesichtsfeld** genannt, und ist wegen der

der Figur der Gläser kreisförmig. Der Winkel lck heißt auch hier der **scheinbare Halbmesser des Gesichtsfeldes**, und eben von diesem hängen die Größen der Oeffnungshalbmesser der Gläser ab, wenn das Auge durch die Gläser das Objekt völlig übersehen kann.

Wenn der Hauptstrahl (fig. 65.) kc des leuchtenden Punktes k des Okulars de in r trifft, so hat man im Dreyecke gcr die Proportion $cg : gr = 1 : \text{tang. } gcr$, folglich $\text{tang. } gcr = \frac{gr}{cg} = \text{tang. } lck$ oder beynahe $= lck$. Man setze die Länge $cq = \varphi$, $qg = \lambda$, die Fokuslänge des Okulars $de = \varrho$, den Oeffnungshalbmesser $gr = \alpha$, und den scheinbaren Halbmesser des Gesichtsfeldes $= \beta$, so ist $\beta = \frac{\alpha}{\varphi + \lambda}$. Da nun alle Hauptstrahlen auf das Okularglas in einer solchen Lage auffallen, als kämen sie von dem Punkte c her, so laufen sie hinter demselben in dem Punkte f zusammen, und es ist $gf = \frac{gc \cdot \varrho}{gc - \varrho}$ (m. s. **Linsengläser**) $= \frac{(\varphi + \lambda)\varrho}{\varphi + \lambda - \varrho}$. Aus $\beta = \frac{\alpha}{cg}$ ergibt sich ferner $cg = \frac{\alpha}{\beta}$, mithin ist auch $gf = \frac{\alpha \cdot \varrho}{\beta} : \left(\frac{\alpha}{\beta} - \varrho\right) = \frac{\alpha \cdot \varrho}{\beta} : \frac{\alpha - \beta \cdot \varrho}{\beta} = \frac{\alpha\varrho}{\alpha - \beta\varrho}$. In dem Dreyecke gfr hat man weiter $gf : gr = 1 : \text{tang. } gfr$, also tang. gfr oder beynahe $gfr = \frac{gr}{gf} = \frac{\alpha}{gf} = \alpha : \frac{\alpha\varrho}{\alpha - \beta \cdot \varrho} = \frac{\alpha - \beta\varrho}{\varrho}$. Wenn dieser im ersten Okularglase gebrochene Lichtstrahl in der Lage rf des zweyten Okulars, dessen Fokuslänge $= \psi$ ist, in u trifft, und von demselben in die Lage ux gebrochen wird, so hat man $gr : mu = gf : fm$, und wenn $mu = \gamma$ gesetzet wird $\alpha : \gamma = \frac{\alpha \cdot \varrho}{\alpha - \beta \cdot \varrho} : fm$, also $fm = \frac{\varrho \cdot \gamma}{\alpha - \beta \cdot \varrho}$.

Weil

Weil nun alle durch f laufende Strahlen auf das zweyte Okularglas so auffallen, als wenn sie von dem Punkte f herkämen, so ist ihr Vereinigungspunkt hinter dem Okulare der Punkt x, und es ist $mx = \frac{fm \cdot \psi}{fm - \psi} = \frac{\varrho \cdot \gamma \cdot \psi}{\alpha - \beta \cdot \varrho} : \left(\frac{\varrho \cdot \gamma}{\alpha - \beta \cdot \varrho} - \psi\right) = \frac{\varrho \cdot \gamma \cdot \psi}{\alpha - \beta \cdot \varrho} : \frac{\varrho \cdot \gamma - \alpha \cdot \psi + \beta \cdot \varrho \cdot \psi}{\alpha - \beta \cdot \varrho}$ $= \frac{\varrho \cdot \gamma \cdot \psi}{\varrho\gamma - \alpha\psi + \beta\varrho\psi}$. Ferner ist in dem Dreyecke mux,

$mx : mu = 1 : \text{tang. } mxu$, und $\text{tang. } mxu = \frac{mu}{mx} =$ $\gamma : \frac{\varrho \cdot \gamma \cdot \psi}{\gamma \cdot \varrho - \alpha\psi + \beta \cdot \varrho \cdot \psi} = \frac{\varrho \cdot \gamma - \alpha\psi + \beta \cdot \varrho \cdot \psi}{\varrho \cdot \psi} =$ $\frac{\gamma}{\psi} - \frac{\alpha}{\varrho} + \beta$ u. s. f.

Wird die Vergrößerungszahl durch μ ausgedruckt, so hat man alsdann $gfr = \mu \cdot kcl = \mu \cdot \beta$, und es ergibt sich $\mu \cdot \beta = \frac{\alpha - \beta \cdot \varrho}{\varrho}$, folglich $\mu = \frac{\alpha - \beta \cdot \varrho}{\varrho \cdot \beta}$, wenn das Fernrohr aus zwey Gläsern bestehet. Ist aber das Fernrohr aus drey Gläsern zusammengesetzet, so ist nun $\mu \cdot \beta$ $= mxu = \frac{\varrho \cdot \gamma - \alpha\psi + \beta \cdot \varrho\psi}{\varrho\psi}$, und $\mu =$ $\frac{\varrho \cdot \gamma - \alpha \cdot \psi + \beta \cdot \varrho \cdot \psi}{\varrho \cdot \beta \cdot \psi}$ u. s. f.

Aus $\mu \cdot \beta = \frac{\alpha - \beta \cdot \varrho}{\varrho}$ findet man $\mu \cdot \beta = \frac{\alpha}{\varrho} - \beta$ und daher $(\mu + 1)\beta = \frac{\alpha}{\varrho}$, und $\beta = \frac{1}{\mu + 1} \cdot \frac{\alpha}{\varrho}$. Eben so gibt auch $\mu \cdot \beta = \frac{\gamma \cdot \varrho - \alpha\psi + \beta \cdot \varrho \cdot \psi}{\varrho \cdot \psi}$ diese Gleichung $\mu \cdot \beta \cdot \psi \cdot \varrho = \gamma \cdot \varrho - \alpha \cdot \psi + \beta \cdot \psi \cdot \varrho$, folglich

((μ

$((\mu-1)\psi \cdot \varrho)\, \beta = \gamma \cdot \varrho - \alpha \cdot \psi$, und $\beta = \frac{1}{\mu - 1} \cdot \frac{1}{\varrho \cdot \psi}(\gamma \cdot \varrho - \alpha \cdot \psi)$ u. s. f. Wenn also die Oeffnungshalbmesser und die Zahl der Gläser einerley bleibt, so wird der Halbmesser des Gesichtsfeldes desto kleiner, je größer die Vergrößerungszahl μ ist. Wenn z. B. $\alpha = \frac{1}{5}$ Zoll, $\mu = 8$ und $\varrho = 3$ Zoll, so ist $\beta = \frac{1}{9} \cdot \frac{1}{15} = \frac{1}{135} = 0{,}0074074$ oder ungefähr $25\frac{1}{2}$ Minute; für größere μ würde der Halbmesser β kleiner ausfallen.

Die Gleichung $\beta = \frac{\alpha}{\varphi + \lambda}$ gibt auch $\beta(\varphi + \lambda) = \alpha$, und wenn dieser Werth von α in die Gleichung $\mu = \frac{\alpha - \beta \cdot \varrho}{\varrho \cdot \beta}$ gesetzet wird, so erhält man $\mu = \frac{\beta(\varphi + \lambda) - \beta \cdot \varrho}{\beta \cdot \varrho} = \frac{\varphi + \lambda - \varrho}{\varrho}$. Wenn also die Brennweite des Okulars d e nebst den Entfernungen q c und q g des Bildes gegeben worden, so läßt sich auch die Vergrößerungszahl finden. Sollen alsdann die zu einerley Lichtkegel gehörigen Strahlen nach dem Okular d e in eine Lage kommen, welche unter sich parallel sind, so wird erfordert, daß $qg = \varrho = \lambda$ seyn müsse, demnach wird $\mu = \frac{\varphi}{\varrho} = \frac{cq}{gq}$, wie weiter oben schon bewiesen ist.

Soll das Licht, welches von den äußersten Punkten eines durch zwey Gläser betrachteten Objektes auf das Objektiv fällt, nach der Brechung im Objektive auch vom Okulare bey e aufgefangen werden können, so wird erfordert, daß der Oeffnungshalbmesser des Okulars etwas größer als g r seyn müsse. Auf die Oeffnung A B fallen die Lichtkegel k A B und l A B, wovon die dazu gehörigen Strahlen sich hinter dem Objektive in p und q vereinigen, daselbst wieder aus einanderfahren, und so in Lichtkegel auf das Okular d e fallen, wovon der Halbmesser der Grundfläche des einen Kegels

gels = re ist. Wenn nun qg gerade so groß als die Fokuslänge der Linse de ist, so verwandeln sich alle die aus p und q auf das Okular auffallenden Strahlen nach der Brechung hinter selbigem in Strahlencylinder. Die Vergrößerungszahl ist folglich $\mu = \frac{cq}{gq}$. Man setze nun den Oeffnungshalbmesser cn des Objektives = ω, und re = δ, so hat man $\frac{\omega}{\delta} = \mu$ und $\delta \mu = \omega$, also $\delta = \frac{1}{\mu} \omega$. Hieraus ergibt sich der Oeffnungshalbmesser des Okulars = gr + re $= \alpha + \delta = \alpha + \frac{1}{\mu} \omega = (\mu + 1) \beta . \varrho + \frac{1}{\mu} . \omega$.

Was die Erfindung dieses so wichtigen Werkzeuges betrifft, so weiß man nicht bestimmt, zu welcher Zeit, auf welchem Wege, und von wem sie ist gemacht worden. Der Benediktiner **Mabillon** *) führt ein Manuskript von der historia scholastica des **Petrus Comestor** aus dem dreyzehnten Jahrhunderte an, welches in der Abtey Scheyern im Bißthum Freysingen sich befindet, worin ein Bild des Ptolemäus vorkomme, welcher die Gestirne durch einige in einandergeschobene Röhren betrachtet. Nach **Mabillons** Meinung müsse also schon in der Mitte des dreyzehnten Jahrhunderts das Fernrohr bekannt gewesen seyn. Allein aller Wahrscheinlichkeit nach soll dieß Rohr bloß ein Rohr ohne alle Gläser vorstellen, dergleichen man sich sonst bediente, um das Licht von den Seiten her abzuhalten. Ohne Zweifel würde eine solche wichtige Erfindung keines Weges so lange unbekannt geblieben seyn, weil viele andere Erfindungen von weit geringerer Erheblichkeit, welche zu diesen Zeiten sind gemacht worden, mit dem größten Lob beleget worden sind. Zwar scheint es, als ob **Roger Baco**, welcher um das Ende des dreyzehnten Jahrhunderts lebte, des Fernrohrs Erwähnung gethan hätte. In seinem opus maius hat

*) Iter germanicum in veteribus analectis, Tom. IV. Lut. Par. 1685. 4. p. 46.

hat er einen Gedanken, wie man die Strahlenbrechung sich zu Nutze machen könne. Durch ähnliche Mittel, als wodurch man kleine und nahe Sachen vergrößert, meinte er, daß sich entfernte Gegenstände näher herbey oder noch weiter wegrücken ließen; ja daß man sie selbst ins Unendliche vergrößern und verkleinern, und Sonne und Mond dem Scheine nach auf die Erde herunter bringen könnte. Er glaubte, daß Hohlspiegel zur Betrachtung noch so entfernter Gegenstände dienlich seyn könnten. **Baco** hat aber gewiß aus bloßer Einbildungskraft geschrieben, indem er nie sagt, er habe es vergrößert gesehen, sondern es könne so vergrößert werden: so schreibt er, possumus sic figurare perspicua et taliter ea ordinare respectu nostri visus et rerum, quod frangentur radii et flectentur quorsumcunque voluerimus, et sub quocunque angulo voluerimus, videbimus rem prope vel longe. Auch führet **Smith** α) verschiedene Umstände an, welche es ganz unwahrscheinlich machen, daß **Baco** etwas von den Fernröhren gewußt habe. Denn zuerst gebe **Baco** verschiedenes an, welches durch Gläser zu leisten möglich seyn soll, aber gerade zu unmöglich ist, auch habe **Baco** gar nichts von irgend einem nähern Versuche über den Gebrauch seiner Werkzeuge erwähnet.

An einem andern Orte saget er, daß Julius Cäsar von der Küste Galliens die britannischen Häfen und Städte durch aufgerichtete Spiegel betrachtet habe. **Smith** glaubet aber, daß man diese Stelle mißverstanden habe, indem hier nicht die Rede von Spiegeln (specula) sondern von **Warten** (speculae) sey. Dagegen hat **Wood** β) eine Stelle aus einem zu Oxford befindlichen Manuscripte de perspectivis des **Baco** ausgezogen, in der er sagt: Iulium Caesarem tubi ope a Gallicano littore portus Angliae vrbesque maritimas spectasse, cum bellum in Britannos medita-

α) Lehrbegriff der Optik durch Kästner. S. 388 f.
β) Historia vniuersitatis Oxoniensis. L. I. p. 122.

ditaretur; **Wood** fügt hinzu: Baconi tubus opticus, quo mediante e longinquo res geſtas contuebatur, hoc ſaeculo et inſequentibus artis magicae notam inuſſit. Wenn aber dergleichen Röhren mit Gläſern verſehen geweſen wären, ſo würde doch einer ſo wichtigen Entdeckung irgendwo mit deutlichern Worten Erwähnung geſchehen ſeyn.

Andere als **Huygens**, **Hook**, **Wolf** u. ſ. w. ſchreiben die Erfindung des Fernrohrs dem **Johann Baptiſt Porta** zu, und berufen ſich auf folgende Stelle: er ſagt nämlich [α]), ſi vtrinque (vitrum concauum et conuexum) recte coniungere noueris, et lonqinqua, et proxima maiora et clara videbis. Non parum multis amicis auxilii praeſtitimus, qui et longinqua obſoleta, proxima turbida conſpiciebant, vt omnia perfectiſſime contuerentur. **Porta** ſey auf dieſe Erfindung durch Zufall gekommen, habe ſie nicht recht zu benutzen gewußt, und habe daher zu ihrer Vollkommenheit ſich weiter keine Mühe gegeben. Ob nun gleich dieſe angeführten Worte des **Porta** viele Aehnlichkeit mit den Fernröhren zeigen, ſo führt **de la Hire** [β]) an, daß **Porta** wohl nur eine Verbindung eines Hohlglaſes mit einem erhabenen meine, wodurch die gemeinſchaftliche Brennweite beyder Gläſer verändert werde, ſo daß ſie dienen, dem Auge Objekte in gewiſſen Entfernungen deutlicher darzuſtellen. Wenn **Porta** etwas den Fernröhren Aehnliches gefunden hätte, ſo würde er gewiß bey der Eitelkeit, wovon ſeine Schriften Beweiſe genug geben, eine ſolche Erfindung mit den größten Lobeserhebungen beſchrieben haben.

Erſt gegen das Jahr 1609 wurde die wirkliche Erfindung des Fernrohrs von Holland aus bekannt. Es theilten ſich aber auch zugleich die Meinungen, wem die Ehre dieſer Erfindung beyzulegen wäre.

Hieronymus Sirturus [γ]), ein Mayländer, erzählet daß er auf ſeinen Reiſen in Holland im Jahr 1609 bey den Brillen-

α) Magiae naturalis ſ. de miraculis rerum naturalium libri IV. Neap 1558. fol. lib. XVII. c. 10.

β) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1717.

γ) Teleſcopium. Francof. 1618. 4. P. II. c. 1.

Brillenmacher **Lipperſein** oder **Lippersheim** geweſen, zu welchem ein Unbekannter, dem Anſehen nach ein Holländer gekommen ſey, der ſich einige hohle und erhabene Gläſer habe ſchleifen laſſen. Nachdem er nun dieſe erhalten, habe er ein erhabenes und hohles Glas bald näher bald weiter von einander gehalten, den Lipperſein bezahlt, und ſich entfernet. Lipperſein habe ſich dieſes gemerket, und wirklich das erſte Fernrohr zu Stande gebracht, das er dem Prinzen **Moritz** von Naſſau gewieſen. Eben dieſer Schriftſteller ſaget noch, daß er in Spanien einen Baumeiſter **Rogerus** angetroffen habe, welcher dieſe Kunſt ſchon lange getrieben und ein Buch davon geſchrieben haben ſoll.

Deskartes [a]) führt einen gewiſſen **Jakob Metius** aus Alkmar an, welcher die erſten Teleſkope verfertiget haben ſoll. Dieſer Metius war ein Sohn des berühmten **Adrian Metius**, welcher das bekannte Verhältniß des Durchmeſſers zur Peripherie des Kreiſes 113 : 355. angegeben hat. Dieſer ungelehrte **Metius** fand ein großes Vergnügen an Verfertigung der Brenngläſer und Brennſpiegel. Da er nun vielerley Gläſer bey der Hand hatte, ſo kam er einſt auf den Einfall, zwey hinter einander zu ſtellen, um dadurch zu ſehen. Von ungefähr hatte er ein erhabenes und hohles genommen, auch ſie ſo glücklich zuſammengeordnet, daß daraus das erſte Fernrohr entſtand.

Peter Borellus [β]) hat ſehr wahrſcheinlich dargethan, daß **Zacharias Janſen**, gleichfalls ein Brillenmacher zu Middelburg, das erſte Teleſkop im Jahre 1590 verfertiget habe. Er hat ſich außerordentliche Mühe gegeben, den wahren Erfinder der Fernröhre zu entdecken. Er bringt ſogar gerichtliche Ausſagen bey, worin unter andern der Sohn von **Janſen** bezeuget, daß ſein Vater bereits 1590 Fernröhre verfertiget, und ſelbſt eins dem Prinzen **Moritz** überreichet habe. Die Schweſter **Janſens** hingegen konnte ſich nur bis zum Jahre 1610 zurück erinnern. Drey andere

a) In dioptrica, p. 41.

β) De vero teleſcopii inuentore. Hagae 1655. 4.

Einwohner zu Middelburg versichern, daß daselbst vor 1600, oder 1605 oder 1610 Fernröhre von dem Brillenmacher Hans **Laprey** verfertiget worden, der wohl mit dem von **Sirturus** genannten **Lippersein** einerley Person seyn möchte. **Borellus** fügt diesen Zeugnissen noch einen Brief eines holländischen Gesandten, **Wilhelm Boreel**, bey, welcher Jansen und seinen Sohn, **Johann Zacharias**, von Jugend auf gekannt habe, worin er ausführet, daß diese beyden Künstler gegen das Jahr 1610 die Teleskope erfunden, und eins davon dem Prinzen **Moritz** übergeben hätten, welcher auch sogleich dieses Werkzeug für nützlich im Kriege hielt, und daher diese Erfindung geheim zu halten bat. Das Geheimniß dieser Erfindung sey aber bald verrathen worden; es habe nämlich ein Unbekannter den Erfinder zu Middelburg aufgesuchet, und sey aus Irrthum bey **Johann Laprey** gekommen, welcher durch Fragen diese Sache errathen, die Fernröhre nachgemacht und zuerst verkauft habe. Daher sey es auch gekommen, daß man diesen Künstler für den ersten Erfinder der Fernröhre ausgegeben habe; bald hernach sey aber dieser Irrthum entdeckt worden. Auch habe sich eben gedachter **Metius** und **Cornelius Drebbel** von Alkmar im Jahre 1620 an den Erfinder selbst gewendet u. s. f.

Auch **Huygens** [α]) saget, er wisse gewiß, daß schon vor **Metius** um 1609 ein Künstler gewesen sey, es möchte **Johann Lippersheim**, welchen **Sirturus** angebe, oder **Zacharias Jansen** seyn, welchem **Borellus** die Erfindung zuschreibe, welcher Teleskope verfertiget habe.

Uebrigens führet **Weidler** [β]) eine Erzählung von **Simon Marius** [γ]) an, woraus erhellet, daß schon im Jahre 1608 der Gebrauch der Fernröhre bekannt gewesen ist. Als nämlich der margräflich - brandenburg - anspachische geheime Rath, **Johann Philipp Fuchs von Bimbach**, im Jahre 1608 die Michaelismesse zu Frankfurth besuchte, so

α) In opuſculis poſthumis. Lugd. Batav. 1703. 4. p. 136.
β) Hiſtoria aſtronomiae. Cap. XV. §. 12.
γ) Mundus Iouialis. Norib. 1614. 4.

so erzählte ihm daselbst ein bekannter Kaufmann, daß ein gewisser Holländer mit einem Instrumeut zugegen wäre, wodurch man sehr entfernte Objekte nicht allein nahe, sondern auch vergrößert sehen könne. Der geheime Rath zweifelte zwar an einer solchen Erfindung; nachdem er aber den Holländer hatte zu sich kommen lassen, so wurde er von der Wahrheit eines solchen Werkzeuges ganz überzeuget. Er fand, daß es sehr gute Wirkung that, obgleich das eine Glas einen Riß bekommen hatte. Er fragte hierauf den Holländer um den Preis desselben, da nun dieser sehr hoch damit hinaus wollte, so ward aus dem ganzen Handel nichts. Bey der Rückkehr des geheimen Raths nach Anspach, erzählte er dieß dem **Marius**, und zeigte ihm an, daß dieß Instrument nothwendig aus zwey Gläsern bestehen müsse, deren eines erhaben und das andere ein Hohlglas wäre, und zeichnete ihm selbiges nach seinem Gutdünken mit Kreide ab. **Marius** stellte sogleich mit zwey solchen Gläsern eine Probe an, und fand, daß die Sache ihre Richtigkeit habe. Weil aber die Convexität des einen Glases zu groß war, so druckte er eine Form in Gyps ab, nach welcher die Künstler in Nürnberg erhabene Gläser von größerer Brennweite ihn verfertigen sollten. Die Künstler waren aber nicht vermögend, dieses zu Stande zu bringen. Endlich erhielt der Geheime Rath im Jahre 1609 im Sommer aus Holland selbst ein gutes Fernrohr, mit welchen **Marius** den gestirnten Himmel beobachtete.

Im Jahre 1609, ward dem Galilei zu Venedig, welcher dazumahl Professor der Mathematik zu Padua war, erzählet, daß ein gewisser Holländer dem Grafen Moritz von Nassau ein optisches Werkzeug überreichet hätte, wodurch man entfernte Gegenstände, gleichsam als wenn sie in der Nähe wären, erblickte. Hiervon erhielt er nachher von einem französischen Edelmann, **Jakob Badovere**, gewisse schriftliche Nachricht, kehrte hierauf sogleich nach Padua zurück, und forschete nach, was das wohl für ein Instrument seyn möchte. In der folgenden Nacht errieth er die Zusammen-

setzung, machte den Tag darauf sogleich das Werkzeug nach seinem vorläufigen Entwurfe fertig, und fand sich ungeachtet der Unvollkommenheit der Gläser, die er dazumahl zur Hand hatte, in seiner Erwartung nicht getäuscht. Seinen Freunden in Venedig gab er hiervon sogleich Nachricht, reisete sechs Tage darauf selbst dahin, und brachte zugleich ein anderes besseres Fernrohr mit, welches er unterdessen gemacht hatte. Hier zeigete er von einigen hohen Orten den vornehmsten Rathsherrn der Republik zu ihrem größten Erstaunen eine Menge Gegenstände, welche dem bloßen Auge undeutlich waren, ganz deutlich, und schenkte dieses Fernrohr dem Doge, **Leonardo Donati** und zugleich dem ganzen Rath von Venedig nebst einer geschriebenen Nachricht, worin der Bau des Werkzeuges angegeben und die mannigfaltige Nutzbarkeit desselben gezeiget war. Mit einem Fernrohr stellte er Beobachtungen am Himmel an, die er in einer kleinen zu Venedig gedruckten Schrift, nuncius sidereus, bekannt machte, und welche so viel zur Vervollkommnung der Sternkunde beygetragen haben.

Dieses erste Fernrohr, welches aus zwey Gläsern, nämlich aus einem erhabenen Objektivglase und einem hohlen Augenglase bestand, wird das **holländische** oder auch das **galileische Fernrohr** genannt, (tubus batavus, hollandicus, galileanus, telescopium batavum, hollandicum etc. Télescope hollandois ou de Galilée, lunette batavique). Die Erfindung dieses Fernrohrs hat man also unstreitig den Brillenmachern zu Middelburg zu verdanken, und **Galilei** hatte hierbey das besondere Verdienst, die Gläser gehörig zusammen zu setzen, und besonders zum mannigfaltigen Gebrauche anzuwenden, obgleich auch die beyden Jansen, Vater und Sohn, dasselbe zu einigen Beobachtungen am Himmel genutzet haben. Sehr wahrscheinlich ist es übrigens, daß Galilei die Einrichtung dieses ersten Fernrohres noch nicht durch bloße Theorie von der Brechung der Lichtstrahlen in den Glaslinsen hergeleitet habe, indem dazumahl die Gründe der Dioptrik bey weiter

noch

noch nicht genug entwickelt waren. Auch hat **Galilei** die Art der Wirkung dieses Werkzeuges nicht, sondern erst **Kepler** gehörig und deutlich erkläret. Aus oben bereits gegebener Theorie der Fernröhre überhaupt wird sich nun sehr leicht die Art der Wirkung dieses holländischen Fernrohres einsehen lassen. Kommen nämlich die aus den äußersten Punkten (fig. 66.) k und l des Objektes auf die Oeffnung de des Objektivglases die Strahlenkegel ked und led, so erhalten diese nach der Brechung eine solche Lage, daß sie in den Punkten p und q zusammenlaufen, und daher das verkehrte Bild pg des Objektes zu Wege bringen würde. Sollen nun aber die auf das hohle Augenglas fallenden Strahlen nach der Brechung eine solche Lage erhalten, daß sie mit einander parallel sind, so wird erfordert, daß die Entfernung des Objektivs von dem Okulare so groß als die Differenz der Brennweiten cq — fq seyn müsse. Es fallen also die nach der Brechung im Objektive fortgehenden Strahlen noch vor den Vereinigungspunkten auf das Okular, und es sind nun diejenigen, welche in p zusammen kommen würden, nach der Brechung mit dem Hauptstrahle ip parallel, und welche in q sich vereinigen würden mit der Hauptaxe parallel. Wenn also das Auge unmittelbar hinter dem Okulare seine Stelle hat, weil es in o, wo der Hauptstrahl die Axe schneidet, nicht seyn kann, so sieht es das Objekt deutlich aber aufgerichtet unter dem Winkel ofl = qfp. Wenn man das, was oben von dem Fernrohr mit zwey erhabenen Gläsern ist bewiesen worden, auch auf das galileische Fernrohr anwenden will, so muß die Brennweite des Okulars negativ genommen werden; folglich wird auch die Vergrößerungszahl negativ oder $\mu = -\frac{cq}{fq}$. Auch wird nun der scheinbare Halbmesser des Gesichtsfeldes $\beta = -\frac{1}{1-\mu}\cdot\frac{\alpha}{\varrho} = \frac{1}{\mu-1}\cdot\frac{\alpha}{\varrho}$, weil so wohl μ als auch ϱ negativ sind.

Dieses zuerst gebrauchte Fernrohr hat die Unbequemlichkeit, daß das Gesichtsfeld sehr klein ist, und daß man außerdem das Auge unmittelbar hinter die Glaslinse bringen muß, wenn man das möglichst größte Gesichtsfeld übersehen will. Allein auch in dieser Lage des Auges wird das Gesichtsfeld desto kleiner, je größer die Vergrößerungszahl μ angenommen wird. Dessenungeachtet hat man diese Art von Fernröhren eine lange Zeit beybehalten. **Hevel** erwähnet eines Fernrohrs mit zwey erhabenen Objektivgläsern und einem hohlen Augenglase, welches auch schon **Sirturus** beschrieben hat. Die beyden Objektivgläser wirken nämlich wie ein einziges Glas von kürzerer Brennweite, und es ist folglich ein holländisches Fernrohr, welches nur bey dieser Einrichtung ein größeres Gesichtsfeld erhält.

Wegen der angegebenen Unbequemlichkeiten bey den holländischen Fernröhren wählte man nachher statt der Hohllinse zum Augenglase auch ein Sammlungsglas, und setzte selbiges mit dem Objektivglase so zusammen, daß beyde Brennpunkte in Eins fielen: da alsdann das durch ein solches zusammengesetztes Fernrohr betrachtete Objekt so vielmahl vergrößert erscheinet, so vielmahl die Brennweite des Okulars in der Brennweite des Objektivs enthalten ist. Dieses Fernrohr gebrauchte man vorzüglich zur Betrachtung der Himmelskörper, und erhält daher auch den Nahmen eines **astronomischen Fernrohrs** oder **Sternrohrs** (tubus astronomicus s. coelestis, telescopium astronomicum, télescope astronomique).

Bey dem galileischen Fernrohre kann das Auge, welches unmittelbar hinter dem Okulare seine Stelle hat, von den Hauptstrahlen, welche alle aus o herzukommen scheinen, nur so viele fassen, als auf einen kreisförmigen Raum des Okulars fallen, welcher gerade so groß als die Pupille im Auge ist. Demnach ist es dabey nur nöthig, den Halbmesser des Okulars so groß oder etwas weniger größer als den Halbmesser der Pupille zu machen. Daraus folgt, daß man bey gleicher Brennweite des Okulars und bey gleicher

Vergröße-

Vergrößerung des Objektes dem galileischen Fernrohre keinen so großen Halbmesser des Gesichtsfeldes geben kann, als bey dem Sternrohre. Daher wird auch das holländische Fernrohr heut zu Tage zu weiter nichts gebraucht, als zu gemeinen Perspektiven auf der Erde, weil durch selbige die Sachen deutlich und aufrecht gesehen werden.

Kepler ist ohne Zweifel der erste, welcher in seiner **Dioptrik** *) die Theorie der Fernröhre richtig erkläret, und zugleich die Art der Wirkung des astronomischen Fernrohrs angegeben hat. Weil aber **Kepler** selbst kein Künstler war, und er nach seiner Theorie kein hinlänglich gutes Objektivglas erhalten konnte, so brachte er seine Theorie selbst nicht in Ausübung. Indessen wurde **Keplers** Entwurf bald von dem Pater **Scheiner** ausgeführet, welcher das astronomische Fernrohr vorzüglich bey den Beobachtungen der Sonnenflecken benutzte, wovon er in seiner 1630 herausgekommenen Rosa Vrsina die Beschreibung gegeben hat. Wenn man, sagt er, zwey ähnliche Linsengläser in eine Röhre fasset, und das Auge hinter das eine in gehörige Entfernung stellet, so wird man alle Gegenstände zwar umgekehrt aber vergrößert sehr deutlich und dabey viel auf ein Mahl erblicken. Zugleich führt er noch an, daß er bereits schon vor 13 Jahren in Gegenwart des Erzherzogs Maximilians durch ein solches Fernrohr beobachtet habe.

Bey dem astronomischen Fernrohre gibt es (fig. 65.) eine gewisse Stelle f, welche für das Auge die vortheilhafteste ist. Setzt man die Fokuslänge des Objektivs $= \varphi$, und die Fokuslänge des Okulars $= \varrho$, so ist diese vortheilhafteste Stelle da, wo $gf = \varrho + \frac{\varrho^2}{\varphi}$. Wenn nämlich das Objekt sehr weit entfernet ist, folglich alle auf das Objektiv auffallende Strahlen beynahe parallel sind, so kann man ohne großen Fehler annehmen, daß von allen denjenigen

 Strah-

*) Dioptrice s. demonstratio eorum, quae visui et visibilibus propter conspicilla non ita pridem inuenta accidunt. August. Vindel. 1611. 4. prop. 86.

Strahlen, welche aus jedem Punkte des Objektes ausfließen, ein Strahl durch die Mitte des Objektives beynahe ungebrochen durchgehet. Man kann also den Mittelpunkt c des Objektives als einen leuchtenden Punkt betrachten, von welchem gleichsam alle Strahlen des Objektes herzukommen scheinen. Wo nun diese Strahlen, dergleichen hier k c r sind, durch das Okularglas mit der Axe vereiniget werden, da ist auch der vortheilhafteste Ort das Auge zu stellen. Nun ist bey einem erhabenen Linsenglase, dessen Brennweite $= \varrho$ ist, die Vereinigungsweite für Strahlen, die aus dem Punkte c kommen, $= \frac{cg \cdot \varrho}{cg - \varrho}$ (m. s. **Linsengläser**), weil nun $cg = \varphi + \varrho = gq + qc$ sein muß, so ist $gr = \frac{(\varphi + \varrho)\varrho}{\varphi + \varrho - \varrho} = \frac{(\varphi + \varrho)\varrho}{\varphi} = \varrho + \frac{\varrho^2}{\varphi}$. Daher wird auch bey den gewöhnlichen astronomischen Fernröhren das Okularglas so tief in die vorderste Röhre hineingesetzet, damit das Auge an die Oeffnung der Röhre gehalten gleich in die vortheilhafteste Stelle komme.

Wie die Anordnung eines Sternrohrs bey gegebener Vergrößerungszahl zu finden sey, wenn es dem Auge die Objekte deutlich und hell darstellen soll, ist schon unter dem Artikel **Apertur** gezeiget worden. So würde z. B. bey der Vergrößerung 100 das Sternrohr wenigstens 25 Fuß lang seyn müssen (nach der huygens'schen Theorie). Wie groß die Deutlichkeit des betrachteten Objektes sey, ist ebenfalls daselbst angeführet worden.

Daß das Sternrohr die Gegenstände verkehrt darstellt, ist für den Astronomen eine ganz gleichgültige Sache. Aber auch schon **Kepler** und **Scheiner** haben einen Vorschlag gethan, dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen. Wenn ein erhabenes Glas die Brennweite $= \varrho$ besitzet, so wird alsdann solches alle von einem Punkte, welcher von diesem Glase um 2ϱ entfernet ist, herkommende Strahlen hinter selbigem wieder in einen Punkt vereinigen, welcher ebenfalls um 2ϱ hinter

ter dem Glase liegt (m. s. **Linsengläser**). Wenn also (fig. 65.) das Okular de von dem Brennpunkte q des Objektivglases um 2ϱ oder um seine doppelte Brennweite entfernet ist, so werden sich die Strahlen, die aus den Punkten p und q auf das Okular de fallen, wieder in den Punkten w und v in der Entfernung 2ϱ von dem Okulare de vereinigen, und daselbst ein aufrechtes Bild zu Wege bringen. Wird alsdann noch ein zweytes Okular fh gegen dieses Bild so gestellet, daß die Entfernung vm der Brennweite dieses zweyten Augenglases gleich ist, so ist alsdann der Erfolg eben so wie beym Sternrohre, nur daß das Bild nunmehr aufrecht erscheinet. Diese Anordnung von Fernröhren aus drey Gläsern hat aber vorzüglich wegen der zu großen Abweichung keinen Beyfall erhalten.

Es sind auch noch andere astronomische Fernröhre mit drey Gläsern angegeben worden, welche zwar das betrachtete Objekt verkehrt darstellen, aber das Gesichtsfeld und die Deutlichkeit vergrößern. Dergleichen findet man bey **Huygens** und vollständiger bey **Euler** *) beschrieben.

Oftmahls wünscht man bey einem Fernrohre ein großes Gesichtsfeld und viel Helligkeit zu haben, wobey aber die Vergrößerungszahl klein ausfallen muß. Dieß erhält man durch eine große Oeffnung des Objektivglases und durch eine große Brennweite des Okularglases. Dergleichen Fernröhren sind vorzüglich gut bey Betrachtung des Himmels zur Nachtzeit zu gebrauchen, als z. B. ein großes Sternbild auf ein Mahl zu übersehen, kleine Sterne u. d. g. aufzusuchen, und haben daher auch den Nahmen **Nachtfernröhre, Sternsucher, Kometensucher** (telescopia nocturna, lunettes de nuit). Ein solches wird von **Lambert** β) beschrieben, welches von dem Himmel 6 bis 7 Grad fasset und verstattet, bey hellen Nächten die Jupiterstrabanten

*) Recherches sur les lunettes à trois verres, qui renversent les objets; in mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Prusse 1757. p. 323.
β) Beyträge zum Gebrauch der angewandten Mathematik. Th. III. S. 204.

danten dadurch zu sehen, obgleich seine Länge nur 9 Zoll beträgt. Von dergleichen Fernröhren findet man schöne Bemerkungen bey **Kästner** α).

Weil bey den gewöhnlichen astronomischen Fernröhren die verkehrte Stellung des betrachteten Gegenstandes auf der Erde sehr unbequem war, so suchte man dieser Unbequemlichkeit dadurch abzuhelfen, daß man statt zwey oder drey Gläser lieber vier zusammensetzte, welche insgesammt Sammlungsgläser waren, und nannte diese Einrichtung ein **Erdfernrohr** oder **Erdrohr** (tubus terrestris, telescopium terrestre, télescope terrestre). Der P. **Anton Maria de Rheita** β) gab zuerst dieß Fernrohr an, das weit bessere Dienste leistete, als das keplerische mit drey Gläsern.

Wenn mit dem Okularglase des gemeinen Sternrohrs noch zwey Sammlungsgläser als Okulargläser so verbunden werden, daß der Brennpunkt des zweyten Okulars mit dem Brennpunkte des dritten zusammenfällt, so erhält man durch diese Zusammensetzung ein Erdfernrohr. Die Strahlen haben nämlich durch die Brechung im ersten Okulare eine solche Lage erhalten, als kämen sie von einem unendlich weit entfernten Objekte her, welches unter dem Winkel (fig. 67.) gom gesehen wird. Zieht man nun xf mit mo parallel, so ist dieser der mittlere Strahl von denjenigen, welche mit mo parallel sind. Alle die mit mo auf die Linse of parallel auffallenden Strahlen laufen hinter selbiger in f und die mit der Axe or parallel laufenden in r zusammen, so daß r der Brennpunkt des Okulars ef ist, und es steht nun das Bild fr des Objektes aufrecht. Ist nun das dritte Okularglas so gestellet worden, daß rn der Brennweite des Glases gh gleich ist, so werden alle die aus r sich ausbreitenden Strahlen nach der Brechung mit der Axe, und die aus f sich ausbreitende mit dem Hauptstrahl fy parallel. Das Auge also, welches sich in o' befindet, wird das

α) Astronomische Abhandlungen. B. II. S. 252 u. f.
β) Oculus Enochi atque Eliae. Antv. 1665. fol.

das Objekt völlig deutlich und aufrecht sehen, und zwar unter dem Winkel z o'r. Wäre die Brennweite des letzten Okulars gerade so groß, als die Brennweite des zweyten, so sieht man leicht, daß der optische Winkel z o'r eben so groß als q o m bleibt, daß folglich das Auge in o' das Objekt nicht größer oder kleiner als in o siehet, aber nur aufgerichtet, welches eigentlich der Endzweck bey dem Erdfernrohr seyn soll. Wäre hingegen die Fokuslänge des letzten Okulars kleiner, als die des zweyten e f, so würde man auch hierdurch einen größern optischen Winkel erhalten und das Auge würde in o' das Objekt noch mehr vergrößert sehen, als in o.

Weil bey dem Erdrohre das Licht durch vier Gläser hindurchgehen muß, wodurch es weit mehr geschwächet wird, als wenn es nur durch zwey Gläser gehet, so gibt auch das Erdrohr weniger Helligkeit als das Sternrohr, daher auch letzteres zur Beobachtung des Himmels, der umgekehrten Darstellung ungeachtet, dem Erdfernrohre vorgezogen wird.

Man hat Erdfernröhre mit vier, fünf auch sechs Gläsern, theils um die Abweichung wegen der Farben zu vermindern, theils aber auch das Gesichtsfeld zu vergrößern. Ueberhaupt lassen sich aus den Gesetzen der Strahlenbrechung in den Linsengläsern Convergläser auf mancherley Art mit einander verbinden, so daß sie alle Mahl ein Bild von dem durch selbige betrachteten Gegenstande zu Stande bringen müssen, woher alsdann verschiedene Fernröhre entstehen können. Allgemein hiervon hat vorzüglich **Euler** *) gehandelt.

Hätte man in der Ausübung die Freyheit, alle diejenigen Gesetze, welche für die Brechung des Lichtes in Linsengläsern Statt finden, ohne Unterschied gebrauchen, so würde man ein Fernrohr von geringer Länge so anordnen können, daß ein Objekt dadurch betrachtet ansehnlich vergrößert erscheinen müsse. Man weiß aber, daß bey einerley Oeffnungs-

*) Règle générale pour la construction des télescopes et des microscopes de quelque nombre des verres, qu'ils soient composés; in mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Prusse 1757. p. 283.

nungshalbmesser des Objektivglases die Helligkeit des Bildes im Auge desto geringer wird, je größer die Vergrößerungszahl seyn soll; demnach würde man auch den Oeffnungshalbmesser des Objektivs vergrößern müssen. Auch weiß man, daß bey einerley Fokuslänge und Oeffnungshalbmesser des Okulars der scheinbare Halbmesser des Gesichtsfeldes desto kleiner ausfalle, je größer die Vergrößerungszahl angenommen wird; folglich müßte man auch hier den Oeffnungshalbmesser des Okulars so groß annehmen können, als erfordert würde. Allein wegen der Abweichung des Lichtes wegen der Farben so wohl, als auch wegen der Kugelgestalt der Linsen, kann dieses ohne beträchtliche Einschränkungen nicht Statt haben. Daher kömmt es, daß man sehr lange Fernröhre verfertigen müsse, wenn man selbiges zu einer ansehnlichen Vergrößerung der Objekte gebrauchen will. Aber auch hier wird man noch einige Unvollkommenheiten wahrnehmen. Das Augenglas wird nämlich wegen der Abweichung des farbigen Lichtes alle Strahlen nie so brechen können, daß sie in paralleler Lage ins Auge kommen; daher muß das Auge wegen der farbigen Strahlen die betrachtete Sache gefärbt sehen. Die Erfahrung muß allein bestimmen, was für ein Augenglas mit dem Objektive verbunden werden müsse, damit die farbigen Strahlen der Deutlichkeit des Objektes so viel als möglich unschädlich sind. M. s. den Artikel **Apertur**.

Weil schon die erste noch unvollkommene Erfindung der Fernröhre so viele unerwartete Entdeckungen veranlaßte, so schmeichelte man sich, durch Fernröhre mit starken Vergrößerungen die wichtigsten Beobachtungen anzustellen. Da man nun, diesen Zweck zu erreichen, nothwendig lange Fernröhre verfertigen mußte, so kommen eben daher die Fernröhre von ungeheueren Längen in der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts, und die Gläser von so großen Brennweiten. Die ersten, welche sich besonders in Schleifung der Gläser berühmt machten, waren zwey Italiäner, **Eustachio de Divinis** zu Rom und **Campani** zu Bologna, wiewohl letzterer

terer etwas Vorzüglicheres gegen den erstern leistete. Auf Befehl Ludwigs XIV. hat Campani Gläser von 86, 100 und 136 paris. Fuß Brennweite verfertiget, womit **Cassini** die zwey nächsten Saturnusmonde entdecket hat. Auch **Huygens**, welcher ein guter ausübender Mechanikus war, und selbst eine Schrift über das Schleifen der Gläser herausgab *), brachte ein Glas von 210 Fuß Brennweite zu Stande. **Auzout** in Frankreich verfertigte sogar ein Objektiv von 600 Fuß Brennweite, konnte es aber weiter nicht benutzen und **Hartsoeker** soll noch weiter gegangen seyn. Auch die Künstler, **Sir Paul Neille**, **Reive** oder **Cox** in England, und **Peter Borel** in Frankreich, verfertigten gute Fernröhre. Da aber Fernröhre von einer solchen außerordentlichen Länge bey den Beobachtungen gar sehr unbequem zu behandeln waren, so gab Hartsoeker eine Einrichtung an, die Röhren ganz weg zu lassen, und das Objektivglas in freyer Luft etwa an der Spitze eines Baumes, einer Mauer u. s. f. zu befestigen. Diese Einrichtung erhielt daher auch den Nahmen **Fernglas ohne Röhren**, **Luftfernglas** (Astroscopium tubi molimine liberatum, télescope aërien).

Huygens β) suchte diese Erfindung beträchtlich zu verbessern. Er faßte das Objektivglas in eine kurze Röhre, welche sich nach allen Richtungen vermittelst einer Nuß drehen ließ, und befestigte es damit oben an einer hohen Stange. Die Mittellinie dieser Röhre konnte er mit einem seidenen Faden richten, und sie in eine gerade Linie mit der Mittellinie einer andern kurzen Röhre bringen, worin das Augenglas befindlich war, und die er in der Hand hielt. Auf solche Art konnte er die noch so sehr vergrößernden Gläser in jeder Höhe des Gegenstandes, selbst im Zenith, brauchen, wenn nur die Stange lang genug war. Außerdem hatte er

*) Comment. de vitris figurandis; in op. posthumis. Lugd. Batav. 1703. 4.

β) Astroscopia compendiaria, tubi optici molimine liberata. Hagae 1684. 4.

er noch eine Erfindung angebracht, das Gestelle, worauf die Röhre mit dem Objektivglase ruhete, zu erheben oder niederzulassen, um die Maschine nach jeder Höhe des Gegenstandes zu richten. **De la Hire** [α]) verbesserte noch diese Methode, das Objektivglas zu regieren, welches er in ein Bret, nicht in eine Röhre einschloß. Nach Erfindung der Spiegelteleskope und der achromatischen Fernröhre sind die sehr langen Fernröhre aus der Mode gekommen. Dergleichen Maschinen findet man abgebildet bey **Smith** [β]) und bey **Wolf** [γ]).

Ungeachtet aller dieser angegebenen Mittel, die Fernröhre auf einen hohen Grad der Vollkommenheit zu bringen, war es doch nicht möglich, die Abweichung gänzlich zu vermeiden. Zuletzt hielt man es endlich mit **Newton** für ganz unmöglich, die Abweichung wegen der Farben wegzubringen, und das Fernrohr dieser Ursache wegen als ein unvollkommenes optisches Werkzeug zu betrachten. Die Erfindung der Spiegelteleskope verursachte nachher, daß man auf die Verbesserung der Fernröhre eine lange Zeit hindurch nicht dachte, bis endlich der ältere **Dollond** durch seine glücklichen Versuche sie mit ungemein glücklichem Erfolge zu Stande brachte. M. s. **Fernrohre, achromatische.**

Zu besondern, als astronomischen, geodätischen und andern Gebrauchen, bringt man in den Fernröhren Vorrichtungen an, welche **Mikrometer, Heliometer, Fadenkreuze,** oder **Fadennetze** genannt werden. Von Mikrometern und Heliometern unter eigenen Artikeln. Das Fadenkreuz oder Fadennetz besteht aus einigen im Sternrohre an der Stelle des vom Objektivglase verursachten Bildes, also ausgespannte zarte Fäden, daß sie mit dem Objektive parallel sind. Von diesem hat man vorzüglich zweyerley Arten, wovon das eine zwey Fäden besitzet, welche im Mittelpunkte des Gesichtsfeldes auf einander senkrecht sind, und welche von zwey andern

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1715.
β) Lehrbegriff der Optik durch Kästner. Taf. XIX. Fig. 56.
γ) Elementa dioptricae. Tab. VIII. fig. 65.

andern Fäden im Mittelpunkte unter einem Winkel von 45° geschnitten werden, das andere aber hat außer den beyden im Mittelpunkte senkrecht auf einander stehenden Fäden noch vier zarte Fänden, welche einen von jenen beyden so schneiden, daß sie einen vollkommnen Rhombus bilden, daher es auch das **rautenförmige Fadenkreuz** oder **Fadennetz** genannt wird. Statt der senkrecht auf einander stehenden Fäden des Fadenkreuzes bringt man auch wohl daselbst ein gut polirtes Planglas an, auf welchem zwey zarte Linien eingeschliffen oder durch Flußspathsäure eingeäzt sind, die sich im Mittelpunkte senkrecht kreuzen. Eine solche Einrichtung des Fernrohres ist besonders bey etwas großen geometrischen Vermessungen zu empfehlen, weil man dadurch nach weit entlegenen Objekten weit genauer visiren kann, als durch Hülfe bloßer Dioptern, die gewöhnlich bey den Winkelmessern angetroffen werden.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel** an verschiedenen Stellen. **Smith** vollständiger Lehrbegriff der Optik durch **Kästner** an verschiedenen Stellen.

Fernröhre, achromatische farbenlose (tubi achromatici, lunettes achromatiques) heißen diejenigen Fernröhre, bey welchen die Abweichung der Lichtstrahlen der Farben vermieden, und das betrachtete Objekt dem Auge ohne farbige Ränder und falsche Farben erscheinet.

Nachdem **Newton** durch seine Entdeckung von der verschiedenen Brechbarkeit des Lichtes überzeuget war, daß die undeutlichen Bilder der gewöhnlichen Fernröhre von der Abweichung der Lichtstrahlen wegen der Farben herrührten, und er durch den im Artikel **Farbenzerstreuung** angezeigten Versuch zu schließen sich berechtiget glaubte, daß mit der Strahlenbrechung die Farbenzerstreuung unzertrennlich verbunden sey, so gab er alle Hoffnung auf, die Fernröhre auf irgend eine Art zu verbessern, und richtete seine Aufmerksamkeit bloß auf Spiegelteleskope.

Beynahe achtzig Jahre darauf, im Jahre 1747. wurde diese Sache von **Euler** [α]) einer neuen Untersuchung unterworfen. Gelegenheit hierzu gab ihm vorzüglich die Betrachtung der Mittel, deren sich die Natur bey dem Baue des Auges bedienet hat, und ein Vorschlag von **Newton** selbst, den er zur Verbesserung der Fernröhre in Absicht auf die Abweichung wegen der Gestalt der Gläser gethan hatte. Dieser Vorschlag **Newtons** [β]) ist folgender: es sey (fig. 68.) ADFC ein Objektivglas aus zwey Linsen ABED und BEFC, wovon die äußern Flächen AGD und CHF eine gleiche Convexität, und die innere Fläche BME und BNE nach einem Durchmesser geschliffen, welcher sich zu D, wie die Cubikwurzel aus KK — KI zur Cubikwurzel aus RR — RI verhält, so werden die Fehler der Brechungen in den convexen Flächen, in so weit sie aus der sphärischen Gestalt entstehen, durch die Brechungen in den concaven Flächen ungemein verbessert werden, und man würde auf diese Art sehr vollkommene Fernröhre verfertigen können, wenn die verschiedenen Arten der Lichtstrahlen nicht verschiedene Brechbarkeit hätten. **Euler** hingegen sagt, daß es ihm sogleich anfänglich wahrscheinlich gewesen wäre, durch gewisse Zusammensetzungen verschiedener Mittel auch diesen letzten Fehler in den Fernröhren zu vermeiden, und er sey völlig überzeugt, **daß die verschiedenen Feuchtigkeiten in unserem Auge so geordnet sind, daß durch dieselben die Ausbreitung und Zerstreuung der Vereinigungspunkte gänzlich gehoben wird.** Dieser Gedanke des Herrn **Eulers** ist schon lange vor ihm von David **Gregory** [γ]) zur Verbesserung der Fernröhre vorgeschlagen worden; allein damahls achtete man selbigen nicht. Nach mathematischen Voraussetzungen berechnete nun **Euler**, was für Gestalten und Verhältnisse solche aus Glas und Wasser zusammen-

α) Sur la perfection des verres objectifs des lunettes; in den mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Prusse 1747. p. 274.

β) Optice, latine reddit. *Sam. Clarke*. Lond. 1706. 4. L. I. prop. 7. p. 84.

γ) Catoptr. et dioptricae elementa. Oxon. 1697. 8.

zusammengesetzte Gläser erforderten; allein seine mathematischen Resultate stimmten mit der Erfahrung nicht überein. D. **Maskelyne** *) sucht auch zu beweisen, daß man nach dieser eulerischen Theorie der Farbenzerstreuung keines Weges im Stande wäre, die Deutlichkeit des menschlichen Gesichtes zu erklären, und zieht daher den schönen Gedanken, daß das Auge vermöge seiner Zusammensetzung aus den verschiedenen Brechungsfeuchtigkeiten die Farbenverbreitung aufhebe, gar sehr in Zweifel. Denn die Brechungen des Lichtes in den verschiedenen Feuchtigkeiten des Auges geschähen alle nach einerley Seite, mithin müßten die durch die erste Brechung entstandenen Farben bey den beyden folgenden Brechungen, anstatt vermindert zu werden, vielmehr zunehmen. **Maskelyne** stellt hierüber eine Rechnung an, wozu die Data aus **Petits** Angaben bey **Jurin** und aus **Hawksbee's** Versuchen genommen sind, und findet hierdurch nach **Newtons** Lehrsätzen, daß der Durchmesser des undeutlichen Kreises im menschlichen Auge einem äußern Winkel von 15′ 8″ zugehören, und die wirkliche Undeutlichkeit im Auge 14 bis 15 Mahl geringer, als in einem gemeinen dioptrischen Fernrohre sey. Weil aber die Strahlen in der Mitte des Zerstreuungskreises mit den am Rand ungleich dichter beysammen sind, und außerdem die blauen das Auge weit schwächer, als die gelben und rothen rühren, so kann man den Durchmesser des merklichen Zerstreuungskreises im Auge auf 3′ 18″ herabsetzen. Diese Undeutlichkeit bleibe alle Mahl zurück, sie sey aber so gering, daß sie beym gewöhnlichen Sehen wenig hindere.

Eulers Abhandlung erregte indessen die Aufmerksamkeit des **John Dollond.** Dieser ging die eulerischen Rechnungen sorgfältig durch, prüfte sie aber nach **Newtons** Grundsätzen, und mußte sie daher nothwendig als falsch fin-

*) An Attempt to explain a difficulty in the theory of Vision depending on the different refrangibility of Light. Philos. transact. Vol. LXXIX. p. 256. übers. in Grens Journal der Physik. B. II. S. 370.

den. **Euler** wagte es zwar nicht, **Newtons** Versuche zweifelhaft zu machen, er bezweifelte aber doch die daraus hergeleitete Folge, und stützte sich dabey auf die verschiedenen brechenden Mittel des menschlichen Auges.

Besonders wurde Herr **Klingenstierna** in Schweden durch **Eulers** Abhandlung aufmerksam gemacht, welcher nach einer genauen Untersuchung der Sache fand, daß **Newtons** im Artikel **Farbenzerstreuung** angeführter Versuch keines Weges seine Richtigkeit haben könne. Er bewies vielmehr *), daß das Licht nach dem Durchgange durch Wasser und Glas noch gefärbt seyn könne, ungeachtet die ausfahrenden Strahlen mit den einfallenden parallel sind, und daß, wenn **Newtons** Versuch allgemein richtig wäre, daraus nicht ein gewisses Gesetz der Farbenzerstreuung, sondern unzählige folgen würden, welche so wohl gegen einander selbst, als gegen die von **Newton** selbst angenommenen Gesetze der Brechung stritten.

Dadurch ward **Dollond** veranlasset, an **Newtons** Versuche selbst zu zweifeln, und andere neue Versuche anzustellen. Er nahm zwey Glasstreifen, kittete sie an ihren Rändern so zusammen, daß daraus ein prismatisches Gefäß entstand, wenn die Oeffnungen an den Grundflächen verschlossen wurden. Die Schärfe kehrete er unterwärts, stellte in das Gefäß ein gläsernes Prisma mit einer seiner Schärfen aufwärts, und füllete den übrigen Raum mit Wasser an. So wie er fand, daß das Wasser das Licht mehr oder weniger als das Glas brach, so verminderte oder vergrößerte er den Winkel der Glasscheiben, bis daß er beyde Brechungen einander gleich fand, welches geschah, wenn ein Object durch das gedoppelte Prisma betrachtet weder sich zu erhöhen noch zu senken schien. In diesem Falle waren die Brechungen sich gleich und die ausfahrenden den einfallenden parallel.

Na-

*) Bemerkung über das Gesetz der Brechung bey Lichtstrahlen von verschiedener Art, wenn sie durch ein durchsichtiges Mittel unterschiedener Art gehen; in den schwedischen Abhandl. 175[illegible] der deutsch. Uebers. B. XVI, S. 300.

Nach **Newtons** Grundsätzen hätte nun in diesem Falle das Objekt in seinen ordentlichen Farben erscheinen sollen. Aber dieser Versuch zeigte die Unrichtigkeit der allgemein angenommenen Meinung, und bewies, daß die Zerstreuung des Lichtes durch das Glasprisma fast doppelt so groß ist als durch das Wasser, indem das Objekt, ungeachtet es gar keine Brechung litte, dennoch eben so sehr mit prismatischen Farben begrenzet schien, als wenn er es bloß durch ein gläsernes Prisma, mit einem brechenden Winkel von etwa 30 Grad betrachtet hätte. Aus diesem Versuche konnte es natürlich Dollond nicht mehr für unmöglich halten, auch eine Brechung ohne Farben zu Stande zu bringen. Er bewerkstelligte diese auch wirklich durch folgende Veranstaltung. Er schliff sich ein Glas von gemeinem Tafelglase, so daß der Winkel desselben etwa 9 Grad betrug, stellte dieses wie vorher in ein keilförmiges Gefäß mit Wasser, dessen Winkel er so lange vergrößerte, bis die Zerstreuung des Lichtes durch das Wasser so groß war, als die durch das Glas, d. i. bis das Objekt, ungeachtet es wegen der stärkern Brechung durch das Wasser sehr verrücket schien, dennoch von den Farben, welche die verschiedene Brechbarkeit des Lichtes erzeuget, ganz frey blieb. Es war daher klar, daß die Farbenzerstreuungen einander aufgehoben hatten, obgleich die Brechungen ungleich waren, und eben dadurch ward **Newtons** Satz, daß sich die Farbenzerstreuungen wie die Brechungen verhalten sollten, völlig widerleget. Nun fiel auch **Dollond** auf die Muthmaßung, daß dergleichen Verschiedenheit sich an verschiedenen Arten Glases äußern möchte, besonders da die Erfahrung schon gelehret hatte, daß einige Arten sich weit besser zu den bisher gewöhnlichen Objektivgläsern als andere schicken. Als er die ersten Proben im Jahr 1757. anstellte, so hielt er die Sache der äußersten Aufmerksamkeit würdig, indem er bey einigen Glasarten einen solchen Unterschied der Farbenzerstreuung im Verhältniß gegen ihre brechende Kraft fand, den er nicht geahnet hatte. Besonders war dieser Unterschied bey zwey verschie-

denen Glasarten beträchtlich. Das so genannte **Kronglas** zerstreuete nämlich das Licht am wenigsten, das weiße **Flintglas** hingegen am stärksten, obgleich beyder Brechungen fast gleich waren. Diese Erfahrungen gaben **Dollond** Gelegenheit, sie zur Verbesserung der Fernröhre zu benutzen. Durch folgende angestellte Betrachtung gelang es ihm nach verschiedenen Schwierigkeiten endlich, auch die beyden genannten Glasarten so mit einander zu verbinden, daß ein farbenloses Bild dadurch zu Wege gebracht wurde. Damit die beyden sphärischen Gläser das Licht nach entgegengesetzten Seiten zerstreuen mögen, müsse das eine ein Hohlglas, das andere ein convexes Glas seyn; und weil die Strahlen in einem wirklichen Vereinigungspunkte zusammenkommen sollen, so müsse das convexe Linsenglas offenbar eine stärkere Brechung geben; darum müsse dieses Glas, wie aus seinen Versuchen erhelle, vom Kronglase und das Hohlglas vom Flintglase gemacht werden. Bey der Ausführung selbst fand er anfänglich doch noch verschiedene Schwierigkeiten, bis er endlich durch anhaltende Geduld und Geschicklichkeit seinen Zweck erreichte, und dioptrische Fernröhre mit so großen Oeffnungen und Vergrößerungen bey geringer Länge zu verfertigen sich im Stande sahe, daß sie nach dem Urtheile der besten Kenner alles, was man bisher geleistet hatte, weit übertrafen, da sie die Gegenstände sehr deutlich mit ihren wahren Farben darstellten.

Diese Entdeckung machte unter den Künstlern und Naturforschern viel Aufsehen. Da er aber die Verhältnisse, nach welchen diese Gläser eingerichtet seyn mußten, nicht bekannt gemacht hatte, so unternahm es Herr **Clairaut**, eine vollständige Theorie davon auszuarbeiten [α]), welche nachher **d'Alembert** [β]) noch weiter ausführte. Letzterer trägt auch eine Menge neuer Einrichtungen von Fernröhren vor, deren Vortheile und Unbequemlichkeit er umständlich aus einander setzet. Dabey gibt er auch einige Methoden an,

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1756. 1757.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1764. 1765. 1767

an, die Fehler, welchen sie ausgesetzet sind, zu verbessern. Im Jahre 1762. gab die Akademie der Wissenschaften zu Petersburg folgende Preisaufgabe auf, wie die Unvollkommenheiten der optischen Werkzeuge, welche von der verschiedenen Brechbarkeit und der Kugelgestalt herrühren, zu heben seyn? wobey die Abhandlung des Herrn **Klingenstierna** [α]) den Preis erhielt. Ob nun gleich hierbey alles, was nur die Mathematik vermochte, gehörig aus einander gesetzet war, so waren doch alle diese Arbeiten den Künstlern größtentheils unbrauchbar. In England wurden Fernröhre, ohne diese Gesetze zu befolgen, verfertiget, welche weit vollkommener als alle diejenigen ausfielen, die man auswärtig, selbst unter unmittelbarer Aufsicht dieser großen Mathematiker zu Stande brachte. Herr **Beguelin** [β]) gab hiervon verschiedene Ursachen an, und wurde selbst veranlasset, die Sache von einer andern Seite zu betrachten; allein es gelang ihm nicht, daß seine Schlüsse mit den Wirkungen der dollond'schen Fernröhre zusammenstimmten.

Ob man gleich diese Verbesserung der Fernröhre eigentlich niemanden anders als Herrn **Euler** zu verdanken hat, so konnte er sich doch anfänglich von den dollond'schen Versuchen auf keine Weise überzeugen. Er erklärte die außerordentliche Wirkung der dollond'schen Fernröhre daher, daß das Kronglas nicht alles rothe Licht durchlasse, welches sonst einen andern Vereinigungspunkt gehabt, und das Bild verderbet haben würde, hauptsächlich aber daher, daß Dollond genau die gehörige Krümmung seiner Gläser getroffen hätte, weßwegen er nicht zweifele, daß er dieselbe Wirkung würde haben erweichen können, wenn er auch alle seine Gläser von einerley Glasart genommen hätte. Uebrigens sagt er noch, ist meine Theorie richtig, so folgt, daß Herrn **Dollonds** Objektivgläser von der Farbenzerstreuung nicht frey sind, wie

α) Tentamen de definiendis et corrigendis aberrationibus radiorum luminis in lentibus sphaericis refracti et de perficiendo telescopio dioptrico etc. Petropol. 1762. gr. 4.

β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Prusse 1762. p. 343.

es doch Herr **Short** ausdrücklich bezeuget. Ein so feierliches Zeugniß in Zweifel zu ziehen fällt mir so schwer, als eine Theorie aufzugeben, die mir so gut gegründet zu seyn scheinet, und dafür eine Meinung anzunehmen, die allen bewiesenen Gesetzen der Natur so sehr entgegen, als wunderbar und widersinnig ist. Endlich aber wurde **Euler** von der Richtigkeit der dollondischen Entdeckungen überzeuget durch die Versicherungen, welche ihm **Clairaut** gemacht hatte, und fieng nun selbst an, die dollondischen Erfindungen durch eigene Brechungen aufzuklären, und Vorschläge zum Gebrauche in der Ausübung zu thun. Aus seinen vielen Abhandlungen über diesen Gegenstand entstand endlich das vorzüglich wichtige Werk, welches der Dioptrik eine ganz andere Gestalt gegeben hat, nämlich die in lateinischer Sprache in den Jahren 1769 — 1771 zu Petersburg in drey Quartbänden herausgegebene Dioptrik, welches aber beynahe nur denen brauchbar ist, die ihr Hauptgeschäft aus der Mathematik machen. Aus diesem Werke hat Herr **Klügel** die vornehmsten Resultate auf einem kürzern Wege gesuchet, und sie in seiner analytischen Dioptrik vorgetragen, wodurch angehenden Mathematikern die Bemühung, die neuere Dioptrik zu erlernen, gar sehr erleichtert worden ist. Auch **Fuß** in Petersburg hat aus **Eulers** Dioptrik zum Gebrauch der Künstler einen kleinen Auszug von Vorschlägen zu achromatischen Fernröhren in französischer Sprache herausgegeben, welcher vom Herrn **Klügel** *) ins Deutsche ist übersetzet worden.

Im Jahre 1758. ertheilte **Dollond** dem Fernrohre noch eine neue Verbesserung mit, indem er zwey Objektivgläser von Kronglas und eines von Flintglas mit einander verband. Sein Sohn, **Peter Dollond**, hat nachher die dreyfachen Objektivgläser in noch größerer Vollkommenheit verfertiget.

Wenn

*) Nik. Fuß umständliche Anweisung, wie alle Arten von Fernröhren in der größtmöglichen Vollkommenheit zu verfertigen sind, aus dem Französ. Leipz. 1778. 4.

Wenn (fig. 69.) ab ein auf beyden Seiten erhabenes Glas ist, und hinter selbigen das Hohlglas cd sich so befindet, daß beyder Axen zusammenfallen, so würden diejenigen Strahlen lk, fi, welche mit der Axe parallel gehen, nach der Brechung in dem Brennpunkte q zusammenkommen, wofern nicht die Hohllinse cd selbige etwas wieder zerstreuete, und erst in dem Punkte p vereinigte; alsdann ist pe die Brennweite des zweyfachen Objektivs. Weil nun hier verlangt wird, daß in p ein wirkliches Bild zu Wege gebracht werden soll, so wird erfordert, daß mq kleiner als die Fokuslänge des Glases cd sey. Wenn drey Gläser hinter einander so gestellet werden, daß ihre Axen zusammenfallen, so werden alle diejenigen Strahlen, welche mit der Axe parallel auf die Linse (fig. 70.) ab fallen, und nach der Brechung in q den Vereinigungspunkt haben würden, von der Hohllinse cd wieder etwas zerstreuet, und würden in r zusammenlaufen, wenn nicht die dritte Linse ef dieselben auffienge, und in p sammelte; demnach wäre mp die Brennweite des dreyfachen Objektivs. Bey dieser Verbindung muß man aber zwey Fälle unterscheiden; es kann nämlich oq entweder kleiner als die Brennweite der Hohllinse cd seyn oder größer. Im erstern Falle haben die im Hohlglase cd gebrochenen Strahlen alle Mahl hinter selbigem in der Axe den Vereinigungspunkt r; im zweyten Falle aber fahren die Strahlen hinter der Hohllinse aus einander, und verursachen das geometrische Bild r, wie es die fig. 71. vorstellet.

Um ein achromatisches Fernrohr vortheilhaft anzuordnen, lehrt die Erfahrung, daß die erhabene Linse des doppelten oder die beyden erhabenen Glaslinsen des dreyfachen Objektivs aus Kronglase und die Hohllinse aus Flintglase verfertiget werden. Wenn übrigens noch die Vergrößerungszahl $= \mu$ gesetzet wird, so müssen die Gläser des zusammengesetzten Objektivs folgende Abmessungen besitzen:

	Für das doppelte Objektiv	
	erste Linse	zweyte Linse
Brennweite in Zollen	0,0909 . μ	— 0,1018 . μ
Halbmesser d. Vorderfläche	0,0964 . μ	— 0,0810 . μ
Halbmesser d. Hinterfläche	0,0964 . μ	— 0,2179 . μ

Die Entfernung der Glaslinse von einander ist 0,0076 . μ Zoll, und der Oeffnungshalbmesser = 0,22 . μ Zoll.

Auch kann man statt dieser Abmessungen für das doppelte Objektiv folgende gebrauchen:

	erste Linse	zweyte Linse
Brennweite in Zollen	0,0909 . μ	— 0,1018 . μ
Halbmesser d. Vorderfläche	0,0875 . μ	— 0,0875 . μ
Halbmesser d. Hinterfläche	0,1073 . μ	— 0,1820 . μ

Was die Entfernung der Linsen von einander und die Oeffnungshalbmesser derselben betrifft, so bleiben selbige, wie vorhin. Man setze noch die Brennweite des doppelten Objektivs = α, und die Brennweite des mit dem doppelten in Absicht der Größe, Deutlichkeit und Helligkeit des Bildes gleichgültigen einfachen Objektivs = λ, so ist alsdann $\alpha = \frac{11}{24} . \mu$ Zoll und $\lambda = \frac{1}{2} \mu$ Zoll.

Herr **Klügel** *) hat für die von **Beguelin** beobachtete Brechungsverhältnisse der verschiedenen Strahlen für ein doppeltes Objektiv, welches von aller Zerstreuung der Strahlen frey ist, folgende Maße oder eigentlich folgende Verhältnisse angegeben:

	erste Linse	zweyte Linse
Brennweite	1,0000	— 1,4074
Halbmesser d. Vorderfläche	0,6943	— 1,4850
Halbmesser d. Hinterfläche	2,2712	— 1,8211
Dicke	0,0250	0,0100
Durchmesser d. Oeffnung	0,3216	

Der Abstand der innern Flächen beyder Linsen beträgt 0,0100, die Brennweite des Doppelobjektivs = 3,2056, und die ganze Oeffnung der vordern Linse in Graden 26° 48′.

Soll das Objektiv dreyfach seyn, so sind folgende Abmessungen anwendbar:

Brenn-

*) Archiv der reinen und angewandten Mathematik von C. F. Hindenburg. 6tes Heft. Leipz. 1797.

	erste Linse	zweyte Linse	dritte Linse
Brennweite in Zollen	$0{,}1068 \cdot \mu$	$-0{,}0663 \cdot \mu$	$0{,}1091 \cdot \mu$
Halbmesser d. Vorderfläche	$0{,}1956 \cdot \mu$	$-0{,}0769 \cdot \mu$	$0{,}1156 \cdot \mu$
Halbmesser d. Hinterfläche	$0{,}0796 \cdot \mu$	$-0{,}0769 \cdot \mu$	$0{,}1156 \cdot \mu$

oder auch

	erste Linse	zweyte Linse	dritte Linse
Brennweite in Zollen	$0{,}1068 \cdot \mu$	$-0{,}0663 \cdot \mu$	$0{,}1091 \cdot \mu$
Halbmesser d. Vorderfläche	$0{,}1282 \cdot \mu$	$-0{,}0769 \cdot \mu$	$0{,}0769 \cdot \mu$
Halbmesser d. Hinterfläche	$0{,}1012 \cdot \mu$	$-0{,}0769 \cdot \mu$	$0{,}2331 \cdot \mu$

Die Entfernung der Linsen bey beyden bleibt $= 0{,}0055 \cdot \mu$ Zoll, und der Oeffnungshalbmesser $= 0{,}0192 \cdot \mu$ oder beynahe $\frac{1}{50} \cdot \mu$. Zoll. Außerdem sey noch die Brennweite des dreyfache Objektivs $= \varepsilon$, und die Brennweite des mit dem dreyfachen Objektive gleichgültigen einfachen Objektivs, wie vorhin, $= \lambda$, so ist $\varepsilon = \frac{10}{41} \cdot \mu$ Zoll und $\lambda = \frac{1}{4} \cdot \mu$. Zoll.

Wenn die Vergrößerungszahl μ gegeben ist, so läßt sich nun die Anordnung eines Sternrohrs finden, welches mit einem doppelten oder dreyfachen Objektive versehen ist. Für das doppelte Objektiv sucht man aus der Vergrößerungszahl die Abmessungen desselben, alsdann stellt man mit diesem ein Okular von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite so zusammen, daß die Entfernung beyder Gläser $= (\frac{11}{24} \cdot \mu + \frac{1}{2})$ Zoll wird. Denn das doppelte Objektiv hat einerley Wirkung mit einer einfachen Linse, deren Brennweite $\lambda = \frac{1}{2} \mu$ Zoll ist, wozu also ein Okular von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite gehöret. Nun ist des doppelten Objektives Brennweite $= \frac{11}{24} \cdot \mu$. Zoll, folglich muß die Entfernung beyder Gläser $= (\frac{11}{24} \cdot \mu + \frac{1}{2})$ Zoll seyn. Setzt man noch den Halbmesser des Objektivs $= \omega$, und des Okulars $= x$, und den Halbmesser des Gesichtsfeldes $= \beta$, so ist $\beta = \frac{\mu}{\mu + 1} \cdot \frac{x}{\lambda} = \frac{2}{\mu + 1} \cdot x$; $\omega = 0{,}02 \cdot \mu$. Zoll und $\delta = \frac{1}{\mu} \omega = 0{,}02 = \frac{1}{50}$ Zoll (m. s. Fernrohr). Soll das Objektiv dreyfach seyn, so sucht man abermahls aus der Vergrößerungszahl die Abmessungen desselben, und setzet alsdann ein Okular von $\frac{1}{4}$ Zoll Brennweite in der Entfernung $= (\frac{10}{41} \cdot \mu + \frac{1}{4})$ Zoll zusammen.

men. Denn die Wirkung des dreyfachen Objektivs ist mit einem einfachen Objektiv gleichgültig, wenn die Brennweite des letztern $\lambda = \frac{1}{4}\mu$ ist, mithin wird auch ein Okular von $\frac{1}{4}$ Zoll Brennweite erfordert. Nun ist aber die Brennweite des zusammengesetzten Objektivs $= \varepsilon = \frac{10}{41} \cdot \mu$, folglich muß die Entfernung vom Okulare $= (\frac{10}{41} \cdot \mu + \frac{1}{4})$ Zoll seyn. Der Halbmesser des Gesichtsfeldes $\beta = \frac{\mu}{\mu + 1} \cdot \frac{x}{\lambda} = \frac{4}{\mu + 1}$. x; $\omega = 0{,}0191 \cdot \mu$ oder beynahe $\frac{1}{50} \cdot \mu$ Zoll, also ebenfalls $\delta = \frac{1}{\mu} \cdot x = \frac{1}{50} \cdot$ Zoll.

Bey dem galileischen Fernrohre ist das Okularglas eine Hohllinse. Wollte man also selbiges mit einem zusammengesetzten Objektive versehen, so muß die Brennweite negativ genommen werden. Für das doppelte Objektiv muß also die Entfernung desselben von dem Okulare $= (\frac{11}{24} \cdot \mu - \frac{1}{2})$ Zoll seyn, und es wird $\beta = \frac{\mu}{\mu - 1} \cdot \frac{x}{\lambda} = \frac{2}{\mu - 1} \cdot x$. Für das dreyfache Objektiv wird die Entfernung desselben von dem Okulare $= (\frac{10}{41} \cdot \mu - \frac{1}{4})$ Zoll und $\beta = \frac{\mu}{\mu - 1} \cdot \frac{x}{\lambda} = \frac{4}{\mu - 1} \cdot x$.

Wenn die Vergrößerungszahl einerley bleibt, so braucht das mit einem dreyfach versehenen Objektive ungefähr nur halb so groß, als mit dem doppelten Objektive zu seyn. Eben so ist auch bey einerley Oeffnungshalbmesser des Objektivs und bey gleicher Vergrößerungszahl das Gesichtsfeld bey dem Sternrohre mit dreyfachem Objektive doppelt so groß als bey dem Sternrohre mit doppeltem Objektive. Uebrigens ist noch zu bemerken, daß bey Anordnung solcher Sternröhre mit zusammengesetzten Objektiven der farbige Rand des Bildes eben so wenig völlig gehoben werde, als bey dem Sternrohre mit einem einfachen Objektive, indem wenigstens das Okularglas die Undeutlichkeit des Bildes verursachet.

ursachet. Um nun diese Undeutlichkeit entweder völlig oder doch wenigstens beynahe zu heben, verbindet man auch wohl zwey Augengläser oder auch noch mehrere vorzüglich in dem Falle mit einander, wenn das Rohr als Erdrohr dienen soll.

Die achromatischen Fernröhre sind von den englischen Künstlern, als den beyden **Dollond's, Ramsden** und anderen seit der Erfindung derselben jeder Zeit in großer Vollkommenheit verfertiget worden, ob sie sich gleich bey der Ausarbeitung mehr auf Versuche verlassen, als auf die Anwendung der von **Clairaut, d'Alembert** und **Euler** berechneten Formeln. Herr **Bernoulli** [α]) meldet, glaubwürdige Personen hätten ihn versichert, daß der jüngere **Dollond** eine große Menge Linsengläser von beyderley Arten Glase aufs Gerathewohl schleife, und mit selbigen verschiedene Proben anstelle, bis er endlich eine Zusammensetzung finde, die im finstern Zimmer ein scharf begrenztes farbenloses Bild gebe; **Dollond** habe ihm auch selbst gesagt, daß er fast alles durch praktische Vortheile und durchs Probiren ausrichte. Denn die beträchtlichen Abweichungen in der Güte der Glasmassen verstatteten nicht, die Theorie jeder Zeit richtig zu gebrauchen. In den englischen Glashütten pflege man das Glas in hohle Cylinder zu rollen, aus welchen sich die dasigen Künstler die besten aussuchen könnten; nachher schmelze man die übrigen Cylinder in ganze Massen mit unebenen Oberflächen zusammen, an welchen man gar nicht wahrnehmen könne, ob das Glas Blasen oder Streifen habe oder nicht. Auswärtige Künstler könnten das Glas fast nie anders als in der letzten Gestalt erhalten, und bekämen es daher mehrentheils schlecht. Selbst klagen jetzt die englischen Künstler, daß das Flintglas in keiner so großen Vollkommenheit als sonst verfertiget wird.

Herr **Gußmann** [β]) gibt eine Vorrichtung an, beym achromatischen Fernrohre eine sehr starke Vergrößerung zu erhalten;

α) Lettres astronomiques. Berlin 1771. 8. lettre 5.

β) Nachricht von einer Vorrichtung bey Fernröhren zu Bewirkung ungemeiner Vergrößerungen. Wien 1788. gr. 8.

erhalten; diese besteht in einem zusammengesetzten Mikroskope, das statt des Augenglases an einem achromatischen Fernrohre angebracht wird. Bey einem Objektive von 84 Zoll Brennweite und $2\frac{1}{2}$ Zoll Oeffnung konnte man Objekte auf der Erde 1000 fach, und im Monde 2000 fach vergrößert sehen. Aus der Theorie der Mikroskope (m. s. **Mikroskope**) läßt sich leicht begreifen, daß hierdurch eine starke Vergrößerung erfolgen müsse, indem das im Fernrohre gemachte Bild, durch das zusammengesetzte Mikroskop betrachtet wird, und es kömmt alsdann bloß darauf an, wie stark daß Mikroskop vergrößere. Der Gedanke des Herrn **Gußmann**, ein zusammengesetztes Mikroskop mit einem achromatischen Fernrohre zu verbinden, ist praktischen Liebhabern der Dioptrik gewiß sehr empfehlend, indem sie sich dadurch ohne Proben und ohne Rechnung sogleich ein Fernrohr von ausnehmend starker Vergrößerung verschaffen können.

Ueber die Bestandtheile der beyden Glasarten, Kronglas und Flintglas, hat man Versuche angestellet, um sie nachzumachen. **Johann Ernst Zeiher**, wie schon unter dem Artikel **Farbenzerstreuung** ist angeführet worden, fand, daß durch Zusatz von Bleykalk die Farbenzerstreuung beträchtlicher werde, ohne daß eben die Brechbarkeit eine große Aenderung leide; auch entdeckte er eine Glasart, welche noch einen Vorzug vor dem Flintglase hatte. Allein so wichtig auch die Entdeckungen waren, so haben sie doch den daher versprochenen Vortheil für die Künstler nicht gehabt. Denn vorerst hat es seine Schwierigkeiten, auf unsern gewöhnlichen Glashütten Compositionen von ungewöhnlichen Verhältnissen zu erhalten, und dann vorzüglich erfordert es nicht geringe Mühe, solche Glasmassen ganz rein zu erhalten, weil gewöhnlich Materien, von verschiedenen Dichten zusammengeschmolzen, Glasmassen geben, welche viele Adern und Streifen enthalten. Die Künstler, welche außerhalb England achromatische Fernröhre verfertigen, können statt des Kronglases gewöhnlich das einheimische Glas eben so gut

gebrau-

gebrauchen; das Flintglas aber haben sie sich mehrentheils aus England kommen lassen.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel** S. 339. und f. *I. E. Zeiher* programmata II. de novis dioptricae augmentis. Viteb. 1768. et 1773. 4.

Fernrohr, doppeltes, Binokularteleskop (tubus binocularis, télescope binoculaire) ist eine Einrichtung von zwey mit einander verbundenen Fernröhren, deren Axen nach einerley Gegenstand gerichtet werden, um denselben mit beyden Augen zugleich zu betrachten. Der Pater **Rheita** hat auch dieses doppelte Fernrohr zuerst angegeben, und der **Pater Cherubino** von Orleans *) suchte es allgemeiner zu machen. Wenn beyde Fernröhre gut zusammengestellet sind, so erscheinet durch beyde zugleich der Gegenstand größer und dem Auge näher, als durch eins allein, obgleich beyde genau gleich viel vergrößern. Allein es ist dieß bloß ein Gesichtsbetrug, welcher allein dadurch verursachet wird, daß zwey gleich stark erleuchtete Bilder einen lebhaften Eindruck machen. **Montucla** fällt von diesem Fernrohre folgendes Urtheil: der Vortheil des lebhaftern Eindruckes eines Gegenstandes werde gegen die Unbequemlichkeit bey dem Gebrauche gänzlich aufgehoben.

Feste Körper s. **Körper, feste.**

Festigkeit (soliditas, solidité) ist der Zustand eines Körpers, dessen Theile vermittelst einer jeden Kraft nicht so gleich verschoben werden können, sondern demselben mit einem gewissen Grade widerstehen. In dieser Bedeutung wird der Festigkeit die Flüssigkeit entgegengesetzet, als welche den Zustand eines Körpers anzeiget, dessen Theile von einer noch so kleinen bewegenden Kraft an einander verschoben werden können. Der Grund der Festigkeit eines Körpers ist bisher ganz irrig in dem Zusammenhange der Theile des Körpers gesuchet worden; denn es lehret die Erfahrung hinlänglich, daß die Theile eines Körpers einen sehr großen Zusammenhang beweisen, ohne daß sie den Zustand der Fe-

stigkeit

*) Dioptrique oculaire. Paris 1671. fol.

stigkeit zeigen. So hängen die Theile des Wassers sehr stark unter einander zusammen, und dennoch beweiset das Wasser keinen Zustand der Festigkeit.

In einer andern Bedeutung des Wortes wird einem Körper **Festigkeit** (firmitas, stabilitas, fermeté) beygeleget, wenn derselbe einer beträchtlich großen auf ihn wirkenden Kraft widerstehen kann, ohne daß seine Theile zerreißen. In diesem Sinne wird der Festigkeit die **Zerbrechlichkeit** entgegengesetzet, bey welcher die Theile eines Körpers durch eine geringe auf sie wirkende Kraft getrennt werden können. M. s. Cohäsion.

Fett (pinguedo, adeps, axungia, graisse) ist eine ölige Substanz, welche sich schon abgesondert und frey in mehreren Theilen, besonders im Zellgewebe des thierischen Körpers, befindet. Es ist dieses im frischen und reinen Zustande ohne merklichen Geruch, von einem schwachen und milden Geschmack, mit dem Wasser läßt es sich nicht vermischen, ist spezifisch leichter als dieses, ernähret die Flamme durch Hülfe eines Dochtes, verflüchtiget sich nicht in der Südhitze des Wassers, gebrauchet aber zum Sieden einen weit größern Grad von Hitze, als das Wasser. Das Fett von verschiedenen Thieren unterscheidet sich in Ansehung seiner Consistenz. Die pflanzenfressenden Säugthiere haben ein hartes Fett, welches man **Unschlitt** oder **Talg** nennt, die fleischfressenden Säugthiere und die Vögel ein schmieriges Fett oder **Schmalz**, und die Fische ein ganz flüssiges Fett, welches **Thran** genannt wird. Uebrigens ändert das Alter der Thiere nicht allein die Consistenz, sondern auch die Farbe am Fett sehr ab. So hat das Fett bey alten Thieren eine mehr ins Gelbe fallende Farbe, welche bey jüngern Thieren mehr weiß ist.

Im reinen Zustande besitzet das thierische Fett alle Eigenschaften der milden Pflanzenöle, und hat auch ganz die Mischung derselben. Wird es beym Zutritt der Luft stark erhitzt, so verbreitet es einen stechenden die Augen sehr rei-

zenden

zenden Dampf, entzündet sich endlich, brennt mit Rauch und Ruß, und hinterläßt nur wenig kohligen Rückstand.

Wenn das thierische Fett mit Sand vermischet wird, so läßt es sich einer Destillation unterwerfen; aus einer geräumigen gläsernen Retrote mit der Vorlage im Sandbade geht anfänglich ein saurer Spiritus und ein kleiner Antheil gelblichen Oels über, welches flüchtig bleibt; bey fortgesetzter Destillation wird die Säure immer stärker, und das Oel butterartig, weißlich und dick und gesteht in der Vorlage. Bey verstärktem Feuer kömmt zuletzt etwas pechartiges Oel. Nach dem Rothglühen endlich bleibt eine Kohle zurück, welche dem Gewichte nach gering ist. In Verbindung mit dem chemisch pnevmatischen Apparate liefert es bey etwas starker Erhitzung brennbares Gas und kohlensaures Gas. Das durch die Destillation erhaltene butterartige Oel läßt sich durch wiederhohltes Destilliren endlich ganz in flüssiges Oel und Säure zerlegen, wobey jedes Mahl ein kohliger Rückstand bleibt. Der kohlige Rückstand ist aus reinem Fett ganz reine Kohle, und läßt sich äußerst schwer einäschern. Die durch die trockene Destillation zu erhaltende Fettsäure ist von **Segner** und **Knape** [α]) zuerst in Rücksicht ihrer Natur untersuchet worden, und **Crell** [β]) hat sich besonders mit ihrer Reinigung und Concentrirung beschäftiget.

Das reine thierische Fett besteht aus Wasserstoff, Kohlenstoff und etwas Sauerstoff.

Auch pflegt man oft allen denjenigen Substanzen den Nahmen der Fettigkeiten beyzulegen, welche sich mit dem Wasser nicht vermischen, bey einem geringen Wärmegrade flüssig oder schmierig werden, und mit einer Flamme brennen. Dergleichen sind außer den thierischen Fetten die Balsame, die fetten Oele, Harze, Wachs, Kampfer und Butter.

Fettsäure

α) De acido pinguedinis animalis. Goetting. 1754. 4.
β) Chemisches Journal. Th. I. S. 60 f. Th. II. S. 112. Th. IV. S. 47 f.

Fettsäure (acidum sebacicum, sebi, pinguedinis animalis, acide sebacique) heißt diejenige Säure; welche man durch die trockene Destillation aus dem thierischen Fett erhält. Sie hat eine goldgelbe oder röthliche Farbe, einen unerträglich heftigen beißenden Geruch, einen scharfen aber mäßig sauern Geschmack. Nach Herrn **Crell** wird sie am besten dadurch verstärkt, daß man sie mit feuerbeständigen Alkalien in ein Neutralsalz verwandelt, und aus dem getrockneten Salze durch so viel Vitriolöl in einer Tubulatretorte austreibt, als zur Sättigung des Alkali erforderlich ist. Weil diese reine concentrirte Fettsäure den Eigenschaften der Essigsäure sehr nahe kömmt, und selbst die fetten Oele des Planzenreichs eine ganz ähnliche Säure bey ihrer Zerlegung liefern, wie besonders auch die Cacaobutter und das Rüböl, so halten die Herrn **Leonhardi** [*]) und **Gren** die Fettsäure für keine eigenthümliche thierische Säure, indem ihr geringer Unterschied von der Essigsäure mehr von zufälligen, als wesentlichen Umständen abhänge.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. II. Halle 1794. 8. S. 369.

Feucht (humidum, humide). Einen Körper nennt man feucht, wenn man an selbigem entweder durchs Gesicht oder durchs Gefühl Wasser oder andere Flüssigkeit wahrnimmt. Das Wasser oder die Flüssigkeit kann die Theile des Körpers entweder durchdringen, oder damit nur zusammenhängen oder adhäriren. So kann z. B. das ausgedunstete Wasser die Luft ganz durchdringen, oder auch mit ihr nur adhäriren. Im ersten Falle muß eine wirkliche Auflösung Statt finden, und es müssen beyde Körper an ihren Eigenschaften und ihrer Natur gemeinschaftlichen Antheil nehmen, folglich einen ganz neuen Körper von eigener Natur constituiren. Da nun bey jeder Auflösung eine qualitative Zurückstoßung und Anziehung nothwendig gedacht werden muß, welche von der Wärme und dem Sauerstoff bewirket werden (m. s. **Cohäsion**), so sieht man hieraus leicht

*) Macquers chemisches Wörterbuch. Th. II. S. 217.

leicht ein, daß Wasser oder eine andere Flüssigkeit einen Körper nur alsdann durchdringen könne, wenn Wärme und Sauerstoff zugegen sind. So läßt es sich nach Herrn **de Lüc** gar wohl gedenken, daß Wasserdampf oder Dunst zuletzt in eine wahre atmosphärische Luft übergehen könne. Ein Körper kann folglich nicht anders feucht werden, als indem das Wasser oder die Flüssigkeit mit den Theilen desselben adhäriret. Auf diese Weise werden ein Schwamm, Leinwand, Papier, die Luft und andere unzählige Dinge feucht, wenn die Theile aller dieser Körper mit dem Wasser adhäriren. Hieraus läßt sich auch leicht begreifen, daß durch Verdunstung der Feuchtigkeit mittelst Einwirkung der Wärme die feuchten Körper wieder trocken werden, oder daß man an ihnen weder durchs Gefühl noch durchs Gesicht etwas Flüssiges wahrnimmt.

Feuchtigkeit (humiditas, humor, humidité). Dieses Wort wird in verschiedener Bedeutung genommen. Oft zeigt es bloß den Zustand eines feuchten Körpers an. So sagt man z. B. bey der Feuchtigkeit der Luft gehen die elektrischen Versuche nicht gut von Statten, und versteht hierunter bloß den feuchten Zustand der Luft. Oft versteht man aber auch unter dem Worte Feuchtigkeit das mit dem Körper adhärirende Wasser selbst. So sagt man z. B. die Luft enthalte viele Feuchtigkeit, d. h. wässerige Dünste oder Theile. Oft versteht man ferner unter Feuchtigkeiten alle wässerige, flüssige Materien, welche sich an andere Körper, besonders am menschlichen, anlegen oder sie naß machen, wie z. B. Wasser, Wein, Weingeist, Milch u. s. f. In dieser Bedeutung erhalten also diejenigen flüssigen Materien, welche sich an die Haut des menschlichen Körpers nicht anlegen, den Nahmen der Flüssigkeit nicht, man müßte es denn in Rücksicht der Metalle, an welche es sich anhängt, eine Feuchtigkeit nennen wollen. Auch selbst Oele, wiewohl sich diese an die Haut des menschlichen Körpers anhängen, pflegt man auch nicht Feuchtigkeiten zu nennen, weil sie dem Ansehen nach nichts Wässeriges bey sich führen.

Bey den thierischen Körpern aber ist es sehr gewöhnlich, die flüssigen Säfte oder Theile Feuchtigkeiten zu nennen, wie z. B. beym Auge die krystallene Feuchtigkeit, gläserne Feuchtigkeit u. s. f.

Feuchtigkeiten des Auges s. **Auge.**

Feuer. Weil dieser Ausdruck sonst und selbst noch von einigen jetzigen Schriftstellern gleich bedeutend mit dem Wärmestoff genommen wird, so werde ich alles hierher Gehörige unter dem Artikel **Wärmematerie** vortragen.

Feuer, unterirdisches s. **Centralfeuer, Vulkane.**

Feuer, St. Elmus s. **Wetterlicht.**

Feuerbeständig, fix (fixum, fixe). Ein Körper heißt feuerbeständig, wenn er durch die Einwirkung des Feuers in keine Dämpfe verwandelt werden kann. Dem feuerbeständigen wird flüchtig entgegengesetzet. Die Erfahrung lehret uns, daß verschiedene Körper bey unserem gewöhnlichen stärksten Feuer fix sind, unter der Wirkung eines Brennspiegels aber sehr bald in Dampf davon gehen. Daher können wir eigentlich keinen Körper absolut feuerbeständig nennen, indem es sehr wahrscheinlich ist, daß alle Körper bey einem gewissen Feuergrade in Dampf aufgelöset werden können. Wenn also von der Feuerbeständigkeit eines Körpers die Rede ist, so muß dieß bloß in Beziehung auf einen andern weniger feuerbeständigen Körper verstanden werden, welcher nämlich einen geringern Grad der Wirkung des Feuers widerstehet. So ist z. B. Kupfer feuerbeständiger als Bley, Gold feuerbeständiger als Kupfer u. s. f. Die feuerbeständigsten Substanzen, die wir kennen, sind die ganz reinen Erden.

Feuerfest (apyrum, apyre). Man nennt einen Körper feuerfest, wenn er dem heftigsten Feuer ausgesetzet seyn kann, ohne zu schmelzen und ohne eine merkliche Veränderung zu erleiden. Den Ausdruck feuerfest muß man von feuerbeständig und strengflüssig wohl unterscheiden. Es kann ein Körper feuerbeständig und strengflüssig, aber dabey nicht feuerfest seyn. So ist z. B. der reine Kalkstein streng

flüssig

flüssig, indem er oft bey dem allerheftigsten Feuer nicht in Fluß gebracht werden kann, feuerfest ist er aber nicht, weil er durch die Einwirkung des Feuers in seinen Eigenschaften gar sehr verändert wird; denn er verwandelt sich in lebendigen Kalk. Eben so sind verschiedene Metalle feuerbeständig aber doch nicht feuerfest, weil sie durch die Hitze in Fluß kommen. Feuerfest ist der Felsenstein und vorzüglich das ganz reine Bergkrystall.

Feuerfontaine s. **Springbrunnen.**

Feuerkugel (bolis, globus ardens, bolide, globe de feu) ist ein feuriges Luftmeteor in Gestalt einer Kugel, die sich oft schnell oft langsam durch die Luft bewegt, oft hat sie wie die Kometen einen feurigen Schweif, welcher sich zuletzt in eine Spitze endiget. Dergleichen mit einem Schweife begleitete Feuerkugeln nennt man auch **fliegende Drachen.** Ihre Größe ist sehr verschieden, oft beträchtlich groß. Ihr scheinbarer Durchmesser scheint oft den vierten, oft den halben, auch den ganzen Durchmesser des Mondes zu betragen. So geben **Seneka** [α]) und verschiedene Neuere Nachrichten von Feuerkugeln, welche an scheinbarer Größe der des Mondes gleich kamen, und **Gassendi** [β]) thut einer Feuerkugel Erwähnung, welche im Durchmesser doppelt so groß als der Durchmesser des Mondes war, ob sie gleich nicht ganz rund gewesen zu seyn scheinet, indem er sie eine Fackel nennt. Im Jahre 1686. nahm **Kirch** [γ]) eine Feuerkugel zu Leipzig wahr, deren Durchmesser dem Mondesdurchmesser glich, und welche ein so helles Licht verbreitete, daß man dabey lesen konnte. Im Jahre 1719. wurde eine Feuerkugel von **Balbi** [δ]) zu Bologna beobachtet, welche so groß als der Vollmond schien, und dabey einen so starken Glanz verbreitete, als die aufgehende Sonne. Auf der Oberfläche derselben bemerkte man vier Schlünde,

 woraus

α) Quaest. natur. lib. I. cap. I.
β) Physicae sect. III. lib. II. c. 7.
γ) Ephemer. natur. curios. anni 1686.
δ) Commentat. Bonon. Tom. I. p. 268.

woraus Rauch und Flamme hervorbrachen. Aus Beobachtungen, welche man zu gleicher Zeit an verschiedenen Orten über ihre scheinbare Höhe anstellte, fand man ihre wahre Höhe von der Erdoberfläche zwischen 16000 und 20000 Schritt, und ihren wahren Durchmesser 3560 Fuß. Ueberall verbreitete sie einen Schwefelgeruch, und zersprang mit einem heftigen Knalle. Im Jahre 1747. am ersten Tage des neuen Jahres Abends zwischen 9 und 10 Uhr bemerkte ein Candidat in Großzinder *) eine Feuerkugel, deren Diameter ein Schuh lang erschien, und mit vielen hellen Strahlen umher spielte, so wie etwa die niedrigstehende Sonne. Die scheinbare Entfernung betrug etwa 30 Schritte, und die scheinbare Höhe über der Erde etwa 10 bis 12 Fuß. Uebrigens habe er keine Bewegung davon gemerket, und nach einer Minute lang sey sie ohne den geringsten Knall und Geräusch verloschen, dabey habe es ihm aber geschienen, als ob sie einen breiten und hellen Strahl nach seinem Auge geschossen. Im Jahre 1749. am 9. Novemb. nahm man nach **Chalmers** Erzählung **) mitten im Ocean auf einem Schiffe wahr, daß ein großer blauer Feuerball ungefähr drey Meilen von selbigem, auf dem Meere herzurollen schien; es kam dieser Ball auf das Schiff so schnell zu, daß man, ehe man noch das Hauptseil aufziehen konnte, denselben nicht über 40 bis 50 Ruthen von den Hauptketten in die Höhe steigen sah, da er alsdann mit einem Knall, als wenn hundert Kanonen auf ein Mahl abgefeuert würden, verschwand, und einen so starken Schwefelgeruch hinterließ, daß das Schiff lauter Schwefel zu seyn schien. Nachdem der Knall vorüber war, fand man den einen Mast ganz zerschmettert, den großen Mast ganz bis unten gespalten, und fünf Mann waren zu Boden niedergerissen worden und ein sechster war an der Haut durch Verbrennungen beschädiget. Uebrigens kam der Feuerball von Nordost und ging nach Südwest. Im Jahr

*) Mich. Christ. Hannows Seltenheiten der Natur und Oekonomie. B. II. Leipz. 1753. Th. III. S. 843.

**) Philosoph. transact. N. 494. p. 366.

Jahre 1771. am 17. Juli Abends um 10 Uhr erschien bey Paris gerade zu der Zeit, als **Duc de Chaulnes** mit einem elektrischen Drachen Versuche anstellte, eine Feuerkugel, welche ganz Paris in ein allgemeines Schrecken versetzte. Es wurde diese Kugel in einem großen Theile von Frankreich gesehen, und in Paris schien sie größer und heller als der Mond. Sie zersprang mit einer großen Explosion, so daß die Fenster und das Hausgeräthe erschüttert wurde, und verschiedene glaubten, es sey dabey ein Erdbeben. Diese Feuerkugel war über England entstanden und auch um Oxford sichtbar gewesen; ungefähr um Melün südwestlich von Paris zersprang sie. Als sie wahrgenommen wurde, muß sie mehr als 41076 Toisen hoch über der Erde gewesen seyn, und bey ihrem Zerspringen über 20598 Toisen. Von diesem Luftmeteor hat **le Roi** *) eine eigene Abhandlung abgefaßt.

In Ansehung der Dauer sind die Erscheinungen der Luftkugeln gewöhnlich von sehr kurzer Zeit, indem sie meistentheils nur einige Sekunden wahrgenommen werden, und dann verschwinden; jedoch hat es auch einige Feuerkugeln gegeben, die viel längere Zeit sichtbar gewesen sind. Uebrigens verschwinden einige mit einer starken Explosion, aber auch viele ohne Geräusch und Getöse. Im Allgemeinen aber sind sie selten. Ich erinnere mich überhaupt zwey gesehen zu haben, eine im so genannten Riethe bey der Unstrut in Thüringen, welche sehr hoch zu seyn schien, einen langen Schweif hatte und kaum eine Sekunde dauerte, und ohne alles Getöse verschwand, die andere hier in Jena über Wiesengrund an der Saale, welche nicht so hoch wie die erste schien, und sich mehr einer Kugel näherte. Sie dauerte ebenfalls nur kurze Zeit, und verschwand mit einem Knall wie etwa eines Pistolenschusses. Von den Einwohnern der Flecken im Riethe an der Unstrut ist mir aber versichert wor-

*) Mémoire sur le météore ou globe de feu, observé au mois de juillet dernier, dans une grande partie de la France; in den mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1771. p. 668.

den, daß dergleichen Phänomene häufig und besonders gegen Johannis vorfielen, wie denn zu eben dieser Jahreszeit die so genannten Irrwische daselbst in einer sehr zahlreichen Menge anzutreffen sind.

Noch mehrere Beobachtungen der Feuerkugeln sind von **Silberschlag** [α]), von **Rittenhouse** in Amerika [β]), von verschiedenen in England [γ]) und besonders von D. **Chladni** [δ]) angestellet werden. Letzterer hat aus seinen Beobachtungen folgende Gesetze hergeleitet:

1. Die Bahn, welche die Feuerkugeln in der Luft nehmen, scheint parabolisch zu seyn; gegen den Horizont fallen sie unter beträchtlichen Winkeln, und muß außer der Anziehung der Erde auch eine andere Kraft auf sie wirken.

2. Ihre Gestalt ist anfänglich einem hellen Sterne ähnlich, nach und nach vergrößern sie sich aber, und bey Annäherung gegen die Erde wird ihr Durchmesser dem scheinbaren Durchmesser des Mondes gleich, oft noch größer.

3. Ihr Licht ist stärker als das Mondenlicht, aber flimmernd und beweiset einen brennenden Zustand.

4. Ihre senkrechten Höhen von der Erde sind mehrentheils beträchtlich.

5. Zuletzt zerspringen sie mit einem heftigen Getöse und dabey will man einen schwach leuchtenden Nebel bemerkt haben.

6. Die wahren Durchmesser hat man oft auf 500 Toisen geschätzt.

7. Die Erscheinung selbst hat von 16 Sekunden bis auf etliche Minuten gedauert.

8. Die Geschwindigkeit ihrer Bewegung ist bisweilen der Geschwindigkeit der Erde gleich gekommen.

Di

α) Theorie der am 23. Jul. 1762. erschienenen Feuerkugel. Magdeb. Stendal und Leipz. 1794. 4.
β) Philosoph. transact. of the American society. Vol. II. p. 173 sq.
γ) Philos. transact. Vol. LXXIV. p. 1 sq.
δ) Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und andern ih ähnlichen Eisenmassen. Leipzig 1794. 4.

Die Ursache von der Entstehung der Feuerkugeln hat man bisher noch nicht befriedigend darthun können. **Muſſchenbroek** α) hält dafür, daß die Feuerkugeln aus schwefeligen und andern entzündbaren Dünsten bestehen, welche theils aus den Vulkanen, theils aus unterirdischen Höhlen bey den Erdbeben in die Luft aufgestiegen und vom Winde zusammengetrieben wären; sie würden alsdann durch irgend eine Ursache in der Luft entzündet. Er gründet diese seine Vermuthung auf den schwefeligen Geruch, den man bey einigen Feuerkugeln wahrgenommen haben will. Auch erkläret sie **Hannow** aus aufsteigenden Dünsten, die sich in der Luft gesammelt und entzündet haben. Verschiedene andere Naturforscher sind der Meinung, daß die Entstehung der Feuerkugeln aus irdischen Dünsten auf keine Weise genugthuend hergeleitet werden können, indem sich dieß mit ihrer erstaunlichen Höhe, Größe und Geschwindigkeit gar nicht vereinigen ließe. **Halley** β) glaubt daher, daß die Feuerkugeln aus Materie beständen, welche im ganzen Weltraume zerstreuet durch die allgemeine Anziehung irgendwo zusammengekommen sey, und von der Erde noch eher ergriffen werde, als sie eine gewisse Geschwindigkeit um die Sonne erhalten habe. **Hartsoeker** γ) hält sie für Kometen; **Beccaria** δ) hingegen behauptete zuerst, daß dieses Phänomen elektrischen Ursprungs sey; nach seiner Meinung sind nämlich die Sternschnuppen oder das Sternschießen kein verschiedenes Phänomen von den Feuerkugeln, sondern nur in Ansehung der Größe verschieden; beyde aber hält er für elektrisch. Nachher haben noch verschiedene andere Naturforscher dieses Phänomen ebenfalls als eine elektrische Erscheinung betrachtet. Allein Herr **Reimarus** ε) sucht zu zeigen, daß die Feuerkugeln von der Elektricität nicht herrühren können. Denn in der überaus großen Höhe über der Erdfläche, welche aus

α) Introductio ad philosoph. natural. Tom. II. §. 2541.
β) Philosoph. transact. n. 341.
γ) Conjectures physiques à la Haye 1707-1710.
δ) Lettere dell' elettricismo. 1758. 4.
ε) Vom Blitze. Hamburg 1778. 8. S. 568.

dem weiten Umfange, da sie auf der Erde gesehen werden, erhelle, könne unmöglich die Elektricität in zusammengehäuftem kugelförmigen Feuer wahrgenommen werden, weil die Luft daselbst so sehr dünne wäre, daß sich die Elektricität nur wie im luftleeren Raume ausbreiten könne. Auch hätte man wohl manches feurige Luftmeteor für feurige Kugeln gehalten, welches aber in der That nur Blitze gewesen wären. Er gesteht aber, daß er von der Entstehung der Feuerkugeln keinen wahren Grund angeben könne.

Silberschlag leitet die Entstehung der Feuerkugeln von aufgestiegenen in der obern Luft angehäuften schleimigen oder öligen Dünsten her. Ob aber in einer so beträchtlichen Höhe über der Erde, wo die Luft äußerst dünn ist, dergleichen Dünste sich anhäufen, und daselbst eine Zeitlang fortbrennen können, das scheint noch nicht ausgemacht zu seyn.

Bergmann α) nimmt verschiedene Gattungen der Feuerkugeln an. In Ansehung derjenigen, welche der Erdfläche am nächsten sind, glaubt er mit **Musschenbroek**, daß sie aus schwefligen und entzündbaren Dünsten entständen, nur scheint es ihm nicht begreiflich zu seyn, wie eine solche lockere Kugel ihre Geschwindigkeit behalten könne. Andere Arten von Feuerkugeln, die vorzüglich bey Gewittern zu entstehen pflegen, wie dieß wahrscheinlich nach Chalmers Berichte auf dem englischen Schiffe der Fall gewesen wäre, leitet er von der Elektricität her. Was aber diejenigen Feuerkugeln betrifft, die in beträchtlicher Höhe über der Erdfläche entstehen, so erkläret er sie für die gröbere Materie des Zodiakallichtes. Allein die Erfahrung widerspricht dieser Behauptung, weil Feuerkugeln in allen möglichen Gegenden entstehen.

Von Herbert β) und **Toaldo** γ) halten sie für Entzündungen von brennbarer Luft. Es läßt sich aber hier nicht begreifen

α) Physikalische Beschreibung der Erdkugel durch Röhl. Greifswalde 1780. gr. 8. Th. II. §. 131.

β) De aëre fluidisque ad aëris genus pertinentibus. Vienn. 1779. 8.

γ) Lettere fisico - meteorologiche de' celeberrimi fisici, *Sennebier*, *Saussure* et *Toaldo* con le risposte di *A. M. Vasalli*. Torino 1789. 8.

begreifen, aus welcher Ursache brennbare Luft in begrenzter Gestalt zusammengebracht und in ihrer Bewegung in diesem Zustande erhalten werden könne.

Vasalli leitet ihre Entstehung aus der elektrischen Materie ab, welche aus einer Gegend in die andere der Atmosphäre übergehe.

Chladni hat aus den angegebenen Gesetzen gefolgert, daß der Stoff der Feuerkugeln ziemlich dicht und schwer seyn müsse, weil er so sichtbare Wirkungen der Schwere zeige, und seiner schnellen Bewegung ungeachtet in der Luft nicht zerstreuet werde. Solche dichte Stoffe könnten sich aber weder in der Atmosphäre anhäufen, noch durch bekannte irdische Kräfte so weit erhoben werden, und eine so schnelle Wurfbewegung erhalten; daher müßten diese Stoffe im übrigen Weltraume schon vorhanden gewesen seyn. Nach ihm sind also im Weltraume grobe Materien, welche mit den größten Weltkörpern nicht in Berührung sind, zerstreuet. Kommen nun dergleichen Materien in die Atmosphäre unserer Erde, so muß nothwendig durch ihre äußerst schnelle Bewegung, welche von der Anziehung der Erde noch mehr beschleuniget wird, wegen des heftigen Reibens in der Atmosphäre eine sehr starke Hitze in ihr erreget werden, wodurch sie in einen brennenden und geschmolzenen Zustand gerathen, welcher eine Menge Dünste und Luftarten in ihnen entwickelt. Den Einwurf, daß ein wirkliches Brennen in so verdünnter Luft nicht anhaltend seyn könne, begegnet er dadurch, daß man nicht wissen könne, wie weit die Grenze gehe, wo die Luft zur Unterhaltung des Feuers noch tauge, und daß selbst die Untauglichkeit durch Reiben und durch schnelle Bewegung ersetzet werden könne. Diese seine Theorie gründet er vorzüglich auf die Beobachtungen, daß unter Donner ähnlichem Getöse aus der Luft eisenhaltige Massen auf die Erde niedergefallen sind. Ob nun gleich einige Beobachtungen dieser Art mit beygefügten Urkunden versehen sind, und dieserwegen nicht schlechtweg abgeläugnet werden können, so lassen sich

sich doch der Theorie des Herrn **Chladni** verschiedene Zwei-
fel entgegen setzen. Denn es ist

1. gar nicht wahrscheinlich, daß eine jede Feuerkugel und
besonders eine jede so genannte Sternschnuppe ein kleiner
Komet gewesen sey, und von der ersten Entstehung an ihren
Lauf um die Sonne genommen habe. Bey den Sternschnup-
pen besonders gibt es manchen Abend unzählig viele, und
lange Zeit darauf gar keine, so daß die Jahreszeit, die Wit-
terung, die Beschaffenheit des Erdbodens einen großen
Einfluß auf diese Phänomene zu haben scheinet.

2. Ist es gar nicht zu begreifen, wie die eisenhaltigen
Massen, aus welchen die Feuerkugeln und Sternschnuppen
bestehen sollen, bloß durch Reibung an der Luft in Brand
gerathen und in selbiger zerplatzen können, ohne vorher in
ihrer parabolischen Laufbahn um die Sonne außer der At-
mosphäre unserer Erde durch die Hitze der Sonnennähe zer-
störet zu werden. Und wie kann es Bedingung seyn, daß
solche Massen alle Mahl in der Luft zerplatzen müssen? Fie-
len sie aber auf die Erde nieder, welche Verwüstungen
müßten sie nicht nach den Gesetzen der Mechanik verursa-
chen? M. s. den Artikel **Eisen**.

Es scheint also bis jetzt die Ursache von der Entstehung
der Feuerkugeln, und woraus sie bestehen, noch nicht be-
kannt zu seyn.

Feuermaschine s. **Dampfmaschine**.

Feuerpinsel, elektrischer s. **Strahlenbüschel**.

Feuerspeiende Berge s. **Vulkane**.

Fibern, Fasern (fibrae, fibres) heißen die feinen cy-
lindrischen oder fadenförmigen Körper, woraus verschiedene
Theile der Pflanzen und der thierischen Körper zusammen
gesetzet sind. Vorzüglich merkwürdig sind die Fibern des
thierischen Körpers und besonders diejenigen, woraus die
Muskeln bestehen, oder die **Muskelfasern** (fibrae mus-
culares), weil durch selbige die Bewegungen des thierischen
Körpers hervorgebracht werden. Allen Fasern, aus welchen
die Theile der thierischen und der vegetabilischen Körper zu-
sammenge-

sammengesetzet sind, kömmt die attraktive Elasticität in einem größern und geringern Grade zu, welches Vermögen von einigen Schriftstellern der Ton (tonus) genannt wird. Außer dieser Elasticität scheint eine gewisse **Reizbarkeit** (irritabilitas) den Muskelfasern ausschließlich und eigenthümlich zu zukommen, und wird deßwegen auch **Muskelkraft** (vis muscularis s. vis insita) genannt. Durch diese hat jede Muskelfaser das besondere Vermögen, wenn ein Reitz an sie gebracht wird, sich, auch selbst noch eine Zeitlang nach dem Tode, zusammenzuziehen, und zwar so, daß sie sich dabey in allen ihren Punkten erschüttert, oder eine zitternde Bewegung hervorbringt, durch welche sie sich sowohl, als durch die Leichtigkeit ihrer Entstehung, und dadurch, daß sie von jedem mechanischen Reitze hervorgebracht werden kann, von der Elasticität hinlänglich unterscheidet. Die Physiologen haben sich jeder Zeit bemühet, zu untersuchen, was eigentlich die Muskelkraft für eine Kraft sey. Erst in den neuern Zeiten hat man diesen Gegenstand mit glücklicherem Erfolg untersuchet, wovon schon hinlänglicher Unterricht unter dem Artikel **Elasticität, thierische** ist gegeben worden. Ich führe nur noch eine dahin gehörige ganz neue kleine Schrift vom Herrn **Ritter** an, welche folgenden Titel hat: Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensprozeß im Thierreiche begleitet. Weimar 1798. 8.

Figur s. **Gestalt.**

Figur der Erde s. **Erdkugel.**

Figuren, lichtenbergische mit Harzstaub s. **Elektrophor.**

Filtriren, Seihen, Durchseihen (filtratio, filtration) ist eine Operation, durch welche man gewisse Unreinigkeiten oder auch gröbere Theile, die einer flüssigen Masse beygemischt sind, von dieser absondert, indem man die flüssige Materie durch einen Körper gehen läßt, welcher die Unreinigkeiten oder die gröbern Theile zurückhält. Der Körper, welcher zum Durchseihen gebrauchet wird, heißt das **Filtrum** oder das **Seihezeug** (filtrum, filtre).

Im

Im Großen geschiehet diese Operation durch Lagen von Stroh in Fässern, deren Boden durchlöchert ist; im Kleinen aber nach der verschiedenen Feinheit der Stoffe entweder durch trichterförmiges Lösch- oder Druck- oder Seidenpapier, welches in einem gläsernen Trichter oder im Filtrirkorbe liegt, die man auf das Filtrirbret stellt, oder durch Zwillig und Leinwand, welche man über einen hölzernen mit Stiften versehenen Rahmen, den so genannten **Tenakel** (tenaculum) ausspannt, über welches man bey feinen Flüssigkeiten auch wohl noch Löschpapier legt; oder durch Säcke von eben diesen Zeugen, die, wenn sie unten spitzig zu laufen, manicae Hippocratis genannt werden. Das Filtrum muß von der Beschaffenheit seyn, daß es von der zu filtrirenden flüssigen Materie nicht angegriffen oder zerfressen werde. Wäre aber diese Materie wirklich zu scharf, so reiniget man sie am besten, daß man sie durch einen mit feinem und gewaschenen Quarzsande angefüllten gläsernen Trichter durchfließen läßt. Zähe, geschmolzene und harzige Materien filtrirt man am besten durch Hanf, welcher über ein im Tenakel ausgespanntes Netz ausgebreitet ist. Quecksilber, welches mit Schmutz verunreiniget worden, reiniget man durchs Leder, oder noch besser, man läßt es durch einen gläsernen, in eine ganz enge und feine Röhre ausgezogenen Trichter laufen, an dessen Wänden der Schmutz hängen bleibt.

Enthalten die Flüssigkeiten schleimige Unreinigkeiten, welche mittelst des Durchseihens nicht rein oder bequem abgesondert werden können, oder sind sie selbst zu dick, als daß sie durch die Seihezeuge hindurchgehen sollten, so bedient man sich eines andern Verfahrens. Man setzet diesen Flüssigkeiten nämlich solche Dinge zu, welche beym Sieden gerinnen, ohne sich mit denselben zu verbinden wie z. B. Eyweiß, Blut, Hausenblase u. d. g. in welche sich die Unreinigkeiten verwickeln, und oben aufschwimmen, wo diese also zugleich mit jenen weggenommen werden können.

Finder, am newtonischen Spiegelteleskope, Sucher, s. Spiegelteleskop.

Finster-

Finsternisse, Verfinsterungen der Himmelskörper (eclipses, defectus solis et lunae, éclipses) heißen diejenigen Begebenheiten am Himmel, da ein Himmelskörper eine gewisse Zeitlang entweder ganz oder zum Theil verdunkelt oder seines Lichtes beraubet wird.

In der Astronomie kennt man dreyerley Arten von Finsternissen, nämlich **Mondfinsternisse**, **Sonnenfinsternisse** und Finsternisse der **Trabanten** besonders des Jupiters.

Mondfinsterniß (eclipsis lunae s. lunaris, defectus lunae, éclipse de lune). Diese erfolget nur um die Zeit des Vollmondes, wenn der Mond gerade im Gegenschein mit der Sonne ist. Bey dieser Begebenheit wird der Mond dem Ansehen nach von einer schwarzen Scheibe verdunkelt, welche von Osten gegen Westen vorüber zu rücken scheinet. Da unsere Erde ein dunkeler kugelähnlicher Körper und nach astronomischen Gründen viel kleiner als die Sonne ist, so wird auch die undurchsichtige Erdkugel einen kegelförmigen Schatten der Sonne gegenüber werfen, dessen Länge ungefähr 215 Erdhalbmesser beträgt. Wenn also der Mond im Gegenschein mit der Sonne zugleich einem Knoten seiner Bahn sehr nahe, oder vielleicht selbst im Knoten befindlich ist; so muß er entweder ganz oder zum Theil in den Erdschattenkegel kommen, und von demselben verdunkelt werden. Die scheinbare Mondscheibe wird alsdann den Erdschattenkegel senkrecht schneiden, der auf die Mondscheibe projicirte Erdschatten wird kreisförmig erscheinen, und solcher Gestalt die Erscheinung der Mondfinsterniß in solchen Fällen alle Mahl verursachen, wenn die Entfernung zwischen dem Mittelpunkte des Mondes und der Axe des Erdschattens kleiner wird, als die Summe der scheinbaren Halbmesser des Mondes und senkrechten Schnittes des Erdschattens in einer solchen Entfernung von der Erde, die der Erdfernung des Mondes gleich ist. Wenn diese Vorstellung ihre Richtigkeit hat, so muß man auch im Stande seyn, die eigentliche Zeit, Dauer und Größe einer Mondfinsterniß zum

zum Voraus zu berechnen. Die bisher beobachtete Uebereinstimmung des Erfolgs mit den Rechnungsresultaten läßt an der Richtigkeit dieser Vorstellung nicht im geringsten zweifeln.

Es ist also die Mondfinsterniß nichts anders als ein Durchgang des Mondes durch den Erdschatten, wodurch der im Erdschatten befindliche Theil des Mondes oder auch bisweilen der ganze Mond sein von der Sonne entlehntes Licht verlieret.

Es sey (fig. 72.) t die Erde und s die Sonne, so ist c g a der kegelförmige Erdschatten, welcher von den äußersten Strahlen a g und b g begrenzt wird, und der **volle Schatten** oder **Kernschatten** heißt. Ist nun i k ein Theil der Mondbahn, so kann der Mond, welcher etwa 60 Erdhalbmesser von t entfernet ist, bey n, wo er mit der Sonne im Gegenschein ist, in diesen Schatten treten, bey m gänzlich verdunkelt seyn, und bey l wieder aus dem Schatten hervorgehen. Nun erhellet, daß a t s der scheinbare Halbmesser der Sonne, l t m der scheinbare Halbmesser des projicirten Schattens aus dem Mittelpunkte der Erde gesehen, der Winkel c l t die Parallaxe des Mondes, und c a t die Parallaxe der Sonne ist. Man hat den Winkel l t m = l t q — m t q = l t q — a t s; aber l t q = a l t + l a t, mithin l t m = a l t + l a t — m t q, d. h. wenn der Erdschattenkegel mit einer Ebene in der Entfernung des Mondes von der Erde auf der Axe desselben senkrecht geschnitten wird, so ist der Halbmesser dieses projicirten Schattens aus dem Mittelpunkte der Erde gesehen der Summe der Parallaxen des Mondes und der Erde weniger dem scheinbaren Halbmesser der Sonne gleich.

Die Horizontalparallaxe des Mondes und der Sonne in der mittlern Entfernung von der Erde, betragen 57′ 3″ und 8,6″ und der scheinbare Halbmesser des projicirten Erdschattens = 41′ 10,6″, also der scheinbare Durchmesser 1° 22′ 21,2″; es ist also alle Mahl dieser um etwas Beträchtliches größer als der scheinbare Durchmesser des Mondes

Man

Man sieht demnach hieraus, daß der Mond nicht allein völlig verfinstert, sondern auch eine gewisse Zeit in vollem Schatten bleiben kann. Eine solche Finsterniß wird eine **totale mit Dauer** genannt, welche zugleich **central** ist, wenn der Mond im Knoten sich befindet. Die Zeitdauer einer solchen centralen totalen Finsterniß kann auf $1\frac{3}{4}$ Stunden betragen.

Der Schattenkegel der Erde erstreckt sich längs der Fläche der Ecliptik, so daß die äußerste Spitze desselben g in die Axe tg, folglich auch der Mittelpunkt eines jeden auf einer Ebene projicirten Erdschattens, von uns für einen jeden Augenblick genau in dem Punkte der Ecliptik gesehen wird, welcher von der Sonne um 180° entfernet ist. Wenn daher die Erdbahn oder die Ecliptik mit der Mondbahn in einerley Fläche läge, so müßte nothwendig der Mond in seiner Bahn beständig in der Ecliptik fortgehen, und in einem jeden Vollmonde eine totale und centrale Finsterniß erleiden. Weil aber die Mondbahn gegen die Ecliptik unter einem Winkel von etwa 5° geneigt ist, und beyde sich in einer geraden Linie in der so genannten **Knotenlinie** schneiden, so können nur diejenigen Vollmonde, welche sich in oder nahe bey den Knoten ereignen, vom Erdschatten getroffen werden, weil alsdann die Breite des Mondes entweder Null oder doch sehr gering ist. Beträgt nämlich die Breite des Mondes weniger als die Summe der Halbmesser des Mondes und des Erdschattens, so erfolget alle Mahl eine Verfinsterung des Mondes; übersteiget aber die Breite des Mondes diese Summe, so findet keine Verfinsterung mehr Statt. Die fig. 73. zeigt, wie die Mondfinsternisse immer kleiner werden, je mehr sich der Vollmond vom Knoten a entfernet. Wenn nämlich fg einen Theil der Ecliptik, in welcher jeder Zeit der Mittelpunkt des Erdschattens anzutreffen ist, ed einen Theil der Mondbahn, welche gegen die Ecliptik unter einem Winkel von 5° geneigt ist, und die Punkte a, b, c Mittelpunkte des Erdschattens oder Punkte, welche der Sonne gerade gegenüber liegen, vorstellen, so leidet der Vollmond

in dem Knoten a eine totale und centrale Finsterniß, welche von der größten Zeitdauer ist; in b bleibt schon ein Theil lichte, und in c findet gar keine Mondfinsterniß mehr Statt. Weil der größte Halbmesser des Erdschattens in der Erdnähe des Mondes auf 47 und des Mondes auf 17 Minuten gehen kann, so kann keine partielle Mondfinsterniß Statt finden, wenn die Breite des Mondes 47 + 17 = 64 im Augenblicke des Vollmondes, und keine totale, wenn sie 47 — 17 = 30 Minuten übersteigt. Das erstere wird sich zutragen, wenn der Mond in seiner Bahn etwa 13° von dem Knoten a entfernet ist. Wäre der Mond nicht in der Erdnähe, so können noch bey etwas kleinern Breiten Verfinsterungen an ihm möglich seyn.

Außer dieser angeführten Ursache, warum nicht alle Vollmonde eine Verfinsterung leiden, ist noch eine andere vorhanden: es läuft nämlich der Mond zwar in $27\frac{1}{3}$ Tagen den ganzen Thierkreis um, allein er kömmt doch alle Mahl erst nach 29 Tagen 12 Stunden wieder in Conjunktion oder Opposition mit der Sonne, und hat in dieser Zwischenzeit gegen 390° zurückgeleget. Gesetzt also, es sey jetzt der Mond in Opposition mit der Sonne und nahe beym Knoten, so daß er verfinstert werde, so muß er in der nächst folgenden Opposition um fast 30° von dieser Opposition gegen Morgen entfernet seyn, und kann daher wegen der zu großen Breite vom Erdschatten nicht getroffen werden. Bey der zweyten und folgenden Oppositionen nimmt diese Entfernung jedes Mahl um 30° zu, bis solche nach 6 Monathen in der Nachbarschaft des gegenüberstehenden Knotens einfallen, und wieder eine Verfinsterung des Mondes möglich wird. Ueberdem verändern die Knoten ihren Ort monathlich über 1 Grad gegen Abend, so daß daher die Finsternisse nach und nach in andere Gegenden des Thierkreises einfallen, und jene monathliche Entfernung noch größer wird. Es kann daher bisweilen ganze Jahre geben, in welchen keine Mondfinsterniß vorfällt; gewöhnlich aber ereignen sich in jedem Jahre zwey Finsternisse am Monde.

Um den wahren Schatten befindet sich noch der Halbschatten (fig. 72.) ck, di, welcher von den Lichtstrahlen bck, bdi begrenzt wird, in welchem hinter der Erde immer noch ein Theil von der Sonne zu sehen ist. Kömmt der Mond z. B. in i, so fängt der Rand der Erde d an ihm den Sonnenrand a zu bedecken, je weiter er von i gegen n rückt, um desto mehr erscheinet dem Monde die Sonne von der Erde bedecket, bis er in n das Sonnenlicht gänzlich verliert; in l erhält der Mond wieder etwas Licht von dem Theil der Sonne bey a, und in k tritt er völlig aus dem Erdschatten, wo er wieder von der ganzen Sonne beschienen wird. Dieser Halbschatten ist lange nicht so dunkel, als der wahre Schatten; daher ist er auch nur eine kurze Zeit vor und nach dem Eintritt und Austritt desselben in und aus dem wahren Schatten daran zu bemerken, daß er die Mondflecke etwas unkenntlich macht.

Die Erscheinung einer Mondfinsterniß, nämlich die Zeit des Anfangs, des Endes und die ganze Zeitdauer lassen sich aus verschiedenen dazu nöthigen Stücken, entweder durch Rechnung oder noch besser durch Zeichnung, sehr leicht finden. Zuerst muß man die Zeit, da eine Mondfinsterniß einfallen wird, vorläufig wissen, wozu die Sternkunde leichte Regeln gibt; hierauf sucht man alsdann für den Meridian eines gewissen Ortes auf der Erde aus den astronomischen Tafeln die genaue Zeit des Vollmondes oder der wahren Opposition des Mondes mit der Sonne, und für diese Zeit die Breite des Mondes, die stündliche Veränderung der Länge und Breite desselben, die stündliche Bewegung und den Halbmesser der Sonne, die horizontale Mond- und Sonnenparallaxe, den Halbmesser des Mondes u. s. f. woraus sich die erwähnte Zeichnung der Rechnung machen läßt. Anleitungen hierzu findet man in den Lehrbüchern der Astronomie, wie bey **de la Lande** [α]), **Bode** [β]) und andern.

 Nach

α) Astronomisches Handbuch aus dem Französ. Leipz. 1775. gr. 8. §. 620 f.

β) Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 538 f.

Nach einer alten Gewohnheit druckt man die Größe der Verfinsterung am Monde in **Zollen** und in **Minuten** aus. Man theilet nämlich den Mondsdurchmesser in 12 gleiche Theile ein, und nennt einen solchen Theil einen Zoll, und den 60ten Theil eines Zolles eine Minute. So beträgt bey einer totalen Finsterniß die Verfinsterung 12 Zoll. Weil sich aber der Mond in dem weit größern Erdschatten eine gewisse Zeit verweilen kann, so rechnet man in solchen Fällen noch diejenigen Zolle hinzu, um welche sich der Mond in dem Erdschatten weiter hinein senkt; so kann bey totalen Finsternissen die Größe bis auf 20 Zoll und darüber betragen.

Die Mondsfinsternisse sind allen Ländern der Erde, welchen der Mond aufgegangen, in gleicher Größe und in gleichen Augenblicken sichtbar, nur daß bey ihren Erscheinungen nach dem Unterschiede der Meridiane frühere oder spätere Nachtstunden gezählet werden. Denn so bald der Mond in Erdschatten kömmt, so verliert er auch sein von der Sonne entlehntes Licht, und muß daher allen Völkern, die ihn alsdann sehen können, zugleich verfinstert erscheinen. Es geben also die Mondfinsternisse ein Mittel ab, den Unterschied der Meridiane verschiedener Orte auf der Erde oder ihre geographischen Längen zu finden. Es sey z. B. der Mond mitten im Erdschatten, folglich central verfinstert in m (fig. 72.), so wird er in eben dem Augenblicke von einem Beobachter in d des Abends bey Sonnenuntergang (indem sich die Erde nach d o c um ihre Axe dreht) central verfinstert am Osthorizonte aufgehen. Ein anderer Beobachter in o hat alsdann den Mond im Meridian, folglich ist es bey ihm Mitternacht; der dritte Beobachter in c wird zu gleicher Zeit den Mond am Morgen bey Sonnenaufgang central verfinstert untergehen sehen. Dieß gibt also zu erkennen, daß der Anfang der Stundenzählung in c 6 Stunden früher als in o, und in o 6 Stunden früher als in d gewesen sey, d. h. daß der Unterschied der geographischen Längen der Orte c und o, imgleichen o und d gerade 90° betrug. In einem jeden Augenblicke ist der Mond der halben Erde auf ein Mal

sichtbar

sichtbar; da sich aber die Erde während der Finsterniß des Mondes noch um ihre Axe drehet, so kommen mehrere Länder in die Nachtseite der Erde, wenn die gerade gegenüberliegenden aus derselben gehen, in welchen also der verfinsterte Mond auf- und untergehet, und daher ist eine Mondfinsterniß wenigstens zum Theil mehr wie der halben Erdkugel sichtbar.

Die Zeit des Anfangs und des Endes einer Mondfinsterniß, so wie der Ein- und Austritt der Mondflecken läßt sich schwerlich ganz genau wegen des Halbschattens und selbst der Erdatmosphäre beobachten; dieserwegen erscheinet auch der Rand des Erdschattens rauh und uneben. Die veränderlichen Farben bey den Verfinsterungen des Mondes hängen größtentheils von der verschiedenen Entfernung des Mondes von der Erde ab. In der Erdferne erscheinet der Schatten gewöhnlich heller und röther als in der Erdnähe; denn da sich nach am Rande der Erde in der Atmosphäre viele Lichtstrahlen brechen, und im Erdschatten verschiedentlich durchkreuzen, so kommen sie im ersten Falle wegen der geringen Breite des Schattens dem Mittelpunkte näher als im letztern, und vermindern folglich die Dunkelheit des Schattens merklicher. Der Mond pflegt daher nach Beschaffenheit der Umstände, selbst in seiner totalen Verfinsterung, oftmahls in hell- oder dunkelrother Farbe zu erscheinen. Bisweilen ist er aber auch in dem Erdschatten völlig verschwunden, wie **Kepler** [a]) bey den Mondfinsternissen am . Dec. 1601 und am 15. Juni 1620 anführet. Auch meldet **Hevel** [b]), daß man bey einer gänzlichen Verfinsterung am 25. April 1642 den Ort des Mondes vermittelst der Fernröhre nicht habe entdecken können. Dergleichen gänzliche Verschwindungen des Mondes sind aber äußerst selten.

Daß die Mondfinsternisse die Aufmerksamkeit der Menschen in den alleráltesten Zeiten an sich gezogen haben müssen, ist natürlich, indem sie bey geringer Aufmerksamkeit

 leicht

a) Astron. opt. p. 227. epit. Astron. Copernic. L. V. p. 825.
b) Selenographia C. VI. fol. 117.

leicht darauf verfallen konnten, daß die Verfinsterungen durch das Vortreten eines dunkeln Körpers vor die Mondscheibe erfolgen mußten. Die ersten Beobachtungen an Mondfinsternissen, welche man aufgezeichnet findet, wurden von den Chaldäern angestellt. So erzählet **Ptolemäus** [α]), daß **Hipparch** zur Entdeckung der Ungleichheiten am Monde drey Mondfinsternisse beobachtet habe, wovon die erste zu der Zeit wahrgenommen wurde, als **Phanostrates** in Athen Archon war, und welche nach **Weidler** [β]) in das Jahr 266 des Nabonassar oder in das Jahr 480 vor Christi Geburt fiel. Der P. **Petav** [γ]) berechnete diese Mondfinsterniß nach verschiedenen Tabellen, und fand, daß diese alle die Zeit der Observationen zu groß ansetzten; die alphonsinischen um 1 Stunde 16 Minuten; die preußischen um 49 Minuten; die dänischen um 42 Minuten; die parisischen um 33 Minuten; so daß nach einigen dieser Tabellen die ganze Finsterniß vorgegangen seyn würde, da der Mond in Babylon bereits untergegangen war und da man sie doch gar nicht hätte beobachten können. Der P. **Riccioli** [δ]) setzt noch hinzu, daß sich die rudolphinischen Tafeln in dieser Finsterniß 1 Stunde 15 Minuten, die philolaischen aber nur um 2 Minuten 50 Sekunden verspäteten, und führet dabey an, daß diese Finsterniß in das Jahr 366 des **Nabonassar** (bey **Weidler** möchte also wohl 266 ein Druckfehler seyn) fiel, welches nach seinen Tabellen das 383te Jahr vor Christi Geburt sey. **Thales** lehrete aber zuerst, daß die Verfinsterungen der Monde von dem Schatten der Erde herrührten, welche sich zur Zeit der Verfinsterungen zwischen der Sonne und dem Monde befände. Nach dieser Zeit sind Beobachtungen an Mondfinsternissen in unzähliger Menge angestellt worden, und diese vorzüglich zur Berichtigung der Mondstafeln oder zur Verbesserung der Kenntniß des Mondslaufs un-

α) Almageſt. lib. IV. cap. XI.
β) Hiſtoria aſtronomiae; cap. III. §. VII.
γ) De doctrina temporum.
δ) Aſtronomia reformata.

und zu mehrerer Berichtigung der geographischen Längen benutzet.

Sonnenfinsterniß (eclipsis solis s. solaris, defectus solis, éclipse de soleil), diese erfolget alle Mahl nur zur Zeit des Neumondes, oder wenn der Mond mit der Sonne in Zusammenkunft ist. Bey dieser Begebenheit hat es das Ansehen, als ob eine schwarze Scheibe von Westen gegen Osten vor der Sonne vorüber ginge. Wenn nämlich der Mond zur Zeit seiner Zusammenkunft mit der Sonne dem Knoten nahe ist, oder auch selbst durch den Knoten gehet, mithin entweder eine geringe oder gar keine Breite hat, so muß er nun vor der Sonne vorüber gehen, als eine dunkele und undurchsichtige Kugel die Sonne ganz oder zum Theil verdecken, und die Erscheinung der Sonnenfinsterniß verursachen. Es muß nun dieß alle Mahl erfolgen, wenn Sonne und Mond einander so nahe kommen, daß die Entfernung ihrer Mittelpunkte kleiner wird, als die Summe ihrer scheinbaren Halbmesser. Nach dieser Vorstellung kann man die eigentliche Zeit, wenn eine Sonnenfinsterniß eintreten muß, ihre Größe und Dauer zum voraus berechnen, und die Erfahrung hat nun sehr oft gelehret, daß alles so erfolge, wie es nach den Voraussetzungen, die bey den Rechnungen angenommen sind, erfolgen muß; mithin bleibt auch nicht der geringste Zweifel übrig, daß die Sonnenfinsternisse nicht von der angeführten Ursache herrühren sollten. Es ist daher die Sonnenfinsterniß nichts anders als eine Bedeckung der Sonne durch den dunkeln Mond, indem dieser vor die Sonne tritt, und an dieser Stelle einigen Erdbewohnern das aus selbiger ausfließende Licht entziehet.

Weil die Sonne über 300 Mahl weiter von der Erde entfernet ist, als der Mond, so muß auch die Parallaxe der Sonne in einerley Höhe mit dem Monde über 300 Mahl kleiner seyn als die des Mondes. Daraus folget, daß denjenigen Bewohnern der Erde, welche die Sonne über dem Horizonte haben, eine Sonnenfinsterniß nicht zu einerley Zeit erscheinen auch nicht gleiche Zeit dauern kann. Ja es ist

möglich, daß einige einen Theil der Sonne verfinstert sehen, wenn die andern gar keine Verfinsterung bemerken.

Wenn der Mondschattenkegel in der Entfernung des Mondes von der Erde von einer auf der Axe senkrechten Ebene geschnitten wird, so ist der aus dem Mittelpunkte des Mondes gesehene scheinbare Halbmesser des projicirten Schattens der Sonne der scheinbaren Halbmesser der Sonne aus der Erde und der Erde aus der Sonne gesehen, weniger dem scheinbaren Halbmesser der Sonne aus dem Monde gesehen gleich. Stellt nämlich (fig. 74.) l den Mittelpunkt des Mondes, und lf die Entfernung des Mondes von der Erde vor, in welcher der Mondschattenkegel cgd von der Ebene hi senkrecht geschnitten wird, so sind fla der scheinbare Halbmesser, lac, cel die horizontalen Parallaxen der Sonne und der Erde aus dem Monde, aber auch zugleich die scheinbaren Halbmesser des Mondes aus der Sonne und aus der Erde gesehen. Nun ist der Winkel $elf = elk - flk = elk - fla$, aber $elk = lae + ael$, mithin auch $elf = lae + lea - fla$.

Weil der Durchmesser des Mondes über 400 Mahl kleiner als der der Sonne ist, so findet man die Länge des Mondschattenkegels ungefähr 215 Mondshalbmesser, oder 58,48 Erdhalbmesser. Wäre also der Mond von der Erde weiter als 58,48 Erdhalbmesser entfernet, so könnte der Kernschatten des Mondes die Erde nicht mehr erreichen. In der Erdnähe aber beträgt die Entfernung des Mondes von der Erde 55,87 Erdhalbmesser, also erreicht der volle Schatten des Mondes die Erde in der kleinsten Entfernung alle Mahl und in der mittleren beynahe, weil die Entfernung alsdann ungefähr 60,25 Erdhalbmesser ist. Hieraus folgt also, daß die Spitze g des Mondschattenkegels cgd beynahe mit dem Mittelpunkte der Erde zusammenfällt; demnach kann man ohne merklich zu irren, den Winkel fga als den scheinbaren Halbmesser der Sonne aus dem Mittelpunkte der Erde gesehen annehmen. Nun hat man den scheinbaren Halbmesser derselben aus der Sonne fla aus dem Monde gesehen =

lg:

lga + lag, folglich lag = fla — lga, und der scheinbare Halbmesser der Sonne aus dem Monde gesehen ist um den Winkel lag größer, als der scheinbare Halbmesser derselben aus der Erde beobachtet. In dem Dreyecke ale ergibt sich $al : le = cel : cal$, folglich $cal = \frac{le}{al} \cdot cel$ $= \frac{1}{398} \cdot 15{,}34'' = 2{,}35''$, weil der scheinbare Halbmesser des Mondes in der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde = 15,34'', und das Verhältniß $le : al$ nach astronomischen Gründen = 1 : 398 ist. Würde also die größte Schärfe eben nicht verlangt, so kann man statt des aus dem Monde gesehenen scheinbaren Halbmessers der Sonne den scheinbaren Halbmesser derselben aus der Erde gesehen setzen; folglich würde der scheinbare Halbmesser des projicirten Schattens aus dem Mittelpunkte des Mondes gesehen der Differenz des scheinbaren Halbmesser des Mondes und der Sonne gleich seyn.

Um den wahren Schatten des Mondes liegt nun noch der Halbschatten ch, di, dessen scheinbarer Halbmesser hlf des auf der Ebene hi projicirten Halbschattens = hml + mhl = mag + agm + mhl ist. Nun ist mag = 2. cal = 4,7'', folglich der scheinbare Halbmesser des Halbschattenkegels sehr nahe der Summe der scheinbaren Halbmesser der Sonne und des Mondes aus der Erde gesehen. Auch findet man die scheinbare Breite des Halbschattenringes = hlf — elf; aber hlf = semid. ☉ + semid. ☽ und elf = semid. ☽ — semid. ☉; demnach erhält man hle = semid. ☽ + semid. ☉ — semid. ☽ + semid. ☉ = 2. semid. ☉. Wäre n ein Ort auf der Erdoberfläche im Halbschatten des Mondes, so erscheinet einem Beobachter daselbst der Theil bo vom Durchmesser der Sonne ab bedeckt. Die Linien on, ag und bh schneiden einander beynahe in einerley Punkt c, und die Dreyecke abc, ceh und ocb, chn sind einander ähnlich, demnach hat man $ob : hn = oc : cn$ und $ab : he = oc : cn$, mithin auch $ob : hn = ab : he$ oder $ob : ab = hn : he$, d. h. der vom

Monde bedeckte Theil des Durchmessers der Sonne, welchen ein Beobachter n im Halbschatten siehet, verhält sich zum ganzen Sonnendurchmesser wie der Abstand des Beobachtungsortes vom Halbschattenrande zur Breite des Halbschattenringes.

Es sey (fig. 75.) l der Mittelpunkt des vollen Mondschattenkegels und mq der Weg, in welchem sich dieser Mittelpunkt fortbeweget; ferner sey acb die halbe Erdscheibe aus dem Monde gesehen, lf der scheinbare Halbmesser des Halbschattens, kf die Breite des Halbschattenringes, und n ein Beobachtungsort auf der Erde. Aus dem Punkte l beschreibe man einen Kreis mit dem Halbmesser li, welcher dem scheinbaren Halbmesser des Mondes gleich ist, so erhält man lf = li + if = semid. ☽ + semid. ☉, und if = ik = semid. ☉, weil fk = 2. semid. ☉ ist. Man nehme man nh = semid. ☉ und beschreibe aus n mit dem Halbmesser nh einen Kreis, so verhält sich der vom Monde verdeckte Theil des Sonnendurchmessers zum Sonnendurchmesser = nf : fk. Man hat aber nf = fi — ni, hi = hn — ni und fi = semid. ☉ = hn, mithin nf = ki; überdem ist auch fk = diam. ☉ = hg, und es verhält sich der vom Monde bedeckte Theil des Sonnendurchmessers zum Sonnendurchmesser = hi : hg. Es erscheinet also dem Beobachter in n der Theil ohsi von dem Monde bedeckt.

Die Größe der Verdunkelung an der Sonne wird wie bey Mondfinsternissen in Theilen ausgedruckt, deren der Durchmesser der Sonne 12 hat, und Zolle genannt werden.

Aus dem Angeführten läßt sich einiger Maßen begreifen, wie man die Erscheinung einer Sonnenfinsterniß durch Zeichnung finden könne. Man muß hierbey nur bedenken, daß zu eben der Zeit, da auf der Erde eine solche wahrgenommen wird, auch im Monde eine Erdfinsterniß Statt hat, weil eigentlich die Erde in den Schatten des Mondes tritt. Uebrigens kann die Sonnenfinsterniß total und central seyn; wenn nämlich die Sonne in der Sonnenferne und der Mond in der Erdnähe ist; denn alsdann übertrifft der scheinbare Durchmesser

messer des Mondes den von der Sonne um 2 Minuten 7 Sekunden, und es kann die Dauer der Sonnenfinsterniß auf 3 Minuten 41 Sekunden gehen. Erscheinen die Durchmesser der Sonne und des Mondes gleich groß, so berührt genau die Spitze des wahren Mondschattens die Erde, und es zeigt sich an dem Orte, wo die Spitze auf der Erdfläche hinfällt, eine totale und centrale Sonnenfinsterniß von augenblicklicher Dauer. Wenn der scheinbare Durchmesser des Mondes kleiner als der von der Sonne ist, wie dieses mehrentheils Statt findet, so erreicht die Spitze des wahren Mondschattens nicht die Oberfläche der Erde; in einem solchen Falle kann der dunkele Mond ganz in die Sonnenscheibe hineintreten, und noch einen hellen Ring um sie unbedeckt lassen; diese Finsterniß heißt eine **ringförmige**.

Wenn sich der Mond (fig. 76.) von Abend gegen Morgen durch seine Bahn a c b fortbeweget, so drehet sich zugleich nach eben der Richtung nämlich nach m d n die Erde um die Axe. Ist nun der Mond in a, so kann der östliche Rand seines Halbschattens die Erde in m zuerst berühren, und der Ort, welcher gerade zu der Zeit bey m in die erleuchtete Halbkugel der Erde kömmt, sieht die Sonne beym Aufgange unter allen zuerst verfinstert, oder den östlichen Mondrand g vor den westlichen Sonnenrand i treten. Von da geht der Mondschatten über m d, und wenn er in c kömmt, so scheint er die Sonne für die Länder in d gerade um die Mittagszeit zu bedecken. Hierauf geht der Mondschatten über d n, und wenn endlich der Mond in b anlangt, so verläßt der westliche Rand seines Halbschattens in n die Erde, und der Ort, welcher bey n in die Nachtseite der Erde übergehet, sieht bey Sonnenuntergang den westlichen Mondrand h den östlichen Sonnenrand k zuletzt berühren. Es läuft also der Mondschatten von Abend gegen Morgen über die Oberfläche der Erde fort, und es müssen die westlichen Länder die Sonne früher als die östlichen verfinstert sehen. Aus dem Monde muß dieß ganz eigentlich zu bemerken seyn, und sich die auf der Erdfläche erscheinende

Sonnen-

Sonnenfinsterniß daselbst als eine vom Schatten des Mondes bewirkte Erdfinsterniß darstellen.

Die Berechnung der Sonnenfinsterniß so wohl als Erdfinsterniß allgemein für die ganze Erde als auch für einzelne Oerter, ist wegen der sich beständig dabey einmischenden Parallaxe des Mondes viel weitläufriger und schwerer, als die Berechnung der Mondfinsterniß. Es wird aber diese dadurch erleichtert, wenn man sich die Sonnenfinsterniß als eine Erdfinsterniß vorstellet. Anweisungen hierzu findet man beym **de la Lande** [α]) und **Bode** [β]) und andern. Die zur Berechnung einer Erdfinsterniß nöthigen Angaben werden aus den astronomischen Tafeln genommen. Man muß alsdann vorläufig wissen, wenn ein Neumond, bey welchem eine Erdfinsterniß möglich ist, einfällt. Hierauf sucht man aus den Tafeln die genaue Zeit der wahren Zusammenkunft nach einer genauen Uhr eines Ortes, und für diesen Zeitpunkt die Breite des Mondes und deren stündliche Veränderung, stündliche Bewegung, Halbmesser und Parallaxe des Mondes und der Sonne u. s. w. Aus diesen und andern Angaben läßt sich alsdann der Anfang das Mittel und das Ende einer Sonnenfinsterniß für einen gegebenen Ort trigonometrisch berechnen, oder noch besser in eine Zeichnung bringen, wovon hier weiter keine nähere Anweisung gegeben werden kann.

Die Ursache, warum nicht alle Neumonde Erdfinsternisse mit sich bringen, ist eben so wie bey den Mondfinsternissen nicht allein, weil die Mondbahn eine Neigung gegen die Ecliptik hat, sondern auch, weil der Mond nicht immer in einem und demselben Punkte des Thierkreises mit der Sonne zusammenkömmt. Nach der Theorie ist keine Sonnenfinsterniß mehr möglich, wenn der Mond bey der Konjunktion mit der Sonne über 21 Grad vom Monde entfernet ist; hingegen wird an irgend einem Orte der Erde jederzeit eine Sonnenfinsterniß erfolgen, wenn der Mond vom Knoten weniger als

α) Astronomisches Handbuch. §. 640 f.

β) Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 549 f.

als 15 Grad entfernet ist. Auch kann sich oft der Fall ereignen, daß zwey Neumonde nach einander partiale Erdfinsternisse mitbringen, weil nämlich der erste so weit vor einem Knoten, und der andere nach demselben fallen kann, daß der Abstand innerhalb der Grenzen fällt, da Sonnenfinsternisse möglich sind.

Die Sonnenfinsternisse können noch sicherer als die Mondfinsternisse zu Erfindung der geographischen Längen oder des Meridianunterschiedes zweyer Oerter dienen, weil bey den Mondfinsternissen der Erdschatten nicht genau genug begrenzt wird, um die Zeit der Berührung der Flecken und Ränder des Mondes von derselben sehr genau beobachten zu können. Nur erfordern die Sonnenfinsternisse noch ziemlich weitläuftige Rechnungen wegen den Wirkungen der Mondparallaxe, um die an beyden Orten beobachtete scheinbare Berührung der Sonnen- und Mondränder u. s. f. auf eine aus dem Mittelpunkt der Erde gesehene, folglich wahre zu reduciren, aus welcher sich alsdann erst auf den Meridianunterschied beyder Oerter schließen läßt.

Die Sonnenfinsternisse wurden schon von den ältesten Völkern als sehr merkwürdige Himmelsbegebenheiten angesehen. Vorzüglich handelt von ihnen **Plinius** [α]). **Thales** soll nach ihm der erste gewesen seyn, welcher eine Sonnenfinsterniß vorhergesaget hat, und zwar diejenige, welche nach **Herodot** [β]) im 6ten Jahre des Krieges zwischen den Medern und Lydiern während der Schlacht den Tag in Nacht verwandelte. Nach **Plinius** soll sich diese Finsterniß im vierten Jahre der 48ten Olympiade ereignet haben. **Riccioli** setzt sie in das Jahr 585. vor Christi Geburt, nach **Costard** [γ]) aber wäre sie auf den 17ten May des 603ten Jahres vor Christi Geburt gefallen. Besonders merkwürdig sind die Erscheinungen in der Natur bey einer totalen Sonnen-

α) Historia naturalis. lib. II. cap. 12.

β) Historia ex interpretatione *Laur. Vallae* Frf. 1594. fol. lib. I. pag. 16.

γ) Philosoph. transact. 1753. p. 23.

Sonnenfinsterniß, der Tag verwandelt sich in die dunkelste Nacht, die Sterne und besonders die Planeten kommen bey heiterer Luft zum Vorschein, die Vögel fallen aus der Luft u. s. f. Allein totale und noch mehr centrale Sonnenfinsternisse sind auch für ein und denselben Beobachtungsort sehr seltene Himmelsbegebenheiten. Noch seltener sind die genauen ringförmigen Sonnenfinsternisse. Im Jahre 1706 ereignete sich am 12ten May fast an den meisten Orten Deutschlandes eine totale Sonnenfinsterniß; in Paris hingegen war sie nur 11zöllig, und das Licht der Sonne zeigte eine traurige blasse Farbe [α]). Von dieser Sonnenfinsterniß führt **Wolf** [β]) an, daß man um die Mondscheibe einen lichten Ring wahrgenommen habe, welcher nach der Mondscheibe zu mehr Licht als von derselben ab zu haben schien, und den man sehr genau von dem Lichte der wieder hervortretenden Sonne habe unterscheiden können. Am 22ten May 1724 sahe man auch in Paris eine totale Sonnenfinsterniß, bey welcher die völlige Dunkelheit $2\frac{1}{2}$ Minuten dauerte, und wo Merkur und Venus sichtbar wurden. So bald nur der erste Theil der Sonne wieder entdecket wurde, so schien sich auch die Dunkelheit wie ein lebhafter Bliß auf ein Mahl zu zerstreuen [γ]). Im Jahre 1778 am 24ten Juni beobachtete auch **Don Ulloa** zwischen Cap Vincent und Tercera eine totale Sonnenfinsterniß mit Dauer, wobey er einen ähnlichen Ring wahrnahm, wie an der im Jahre 1706. Zugleich machte er aber auch noch folgende höchst besondere Beobachtung am Monde: ehe noch die Sonnenscheibe hinter dem Monde hervorzugehen anfing, bemerkte man nahe am Rande des Mondes auf dessen dunkler Scheibe ein lichtes Pünktchen vom Anfange so klein, daß man es weder mit bloßen Augen noch mit einem gemeinen Taschenperspektiv bemerken konnte; durch ein Fernrohr von $1\frac{1}{2}$ Fuß Länge konnte man es aber deutlich sehen, und es schien völlig eben

so,

α) Histoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1706.
β) Elementa astronomiae. §. 454.
γ) Histoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1724.

so, als wenn zwischen der dunkeln Mondscheibe und dem Auge ein Sternchen von vierter Größe sich zeigte. Nicht lange darauf wurde es größer, und sein Wachsthum nahm zu bis zur Größe eines Sternes von zweyter Größe, in welchem Zustande man es wenigstens $\frac{5}{4}$ Minuten lang sah. Sein Licht glich nicht dem Lichte des Ringes, sondern dem der Sonne in dem Augenblicke des anfangenden Austritts. Die übrigen Beobachter sahen es ebenfalls und durch andere Fernröhre. **Don Ulloa** ist sehr geneigt zu glauben, daß es ein Loch durch den Mond gewesen sey, und das Wachsen des Lichtes von dem dahinter weggehenden Sonnenrand hergerühret habe [α]). Diese Erscheinung ist allerdings merkwürdig, sagt Herr Hofrath **Lichtenberg** [β]), da sie ein Mann wie **Don Ulloa** beobachtet hat; allein es werden, wenn man nicht den totalen Sonnenfinsternissen mit Dauer eben so nachreiset, wie den Durchgängen der Venus, Jahrhunderte verstreichen, ehe die Beobachtung Bestätigung oder Widerlegung erhält.

Obgleich immer mehr Sonnen- als Mondfinsternisse vorfallen, so sind doch die Sonnenfinsternisse für einen gewissen Ort der Erde weit seltener, als die Mondfinsternisse, weil sie mehrentheils nur auf einem geringen Theile der Erde sichtbar sind. **Dü Vaucel** [γ]) hat berechnet, daß von 1774 bis 1900 zu Paris 59 Sonnenfinsternisse sichtbar sind, unter welchem aber keine einzige total, und nur eine, nämlich die am 9ten Octob. 1847. daselbst ringförmig erscheinen wird.

Ueberhaupt ist von den Finsternissen noch folgendes allgemein zu merken. Ihre Berechnung so wohl der vergangenen als auch der zukünftigen wird nach den Sonnen- und Mondtafeln angezeiget und ist mehr mühsam als schwer. **Lambert** hat diese Art Rechnungen durch seine im Jahre 1765 zu Berlin herausgegebene ecliptische Tafel erleichtert, indem man auf einem Kupferstiche die Umstände jeder Finsterniß

α) *Rozier* journal de physique. Avr. 1780. p. 319.
β) Erxleben Anfangsgründe der Naturwissenschaft. p. 611.
γ) Mémoir. présentés. Tom. V. p. 575.

sterniß durch Abmessen bestimmen kann. Vollständiger findet man diese Tafel im zweyten Theile seiner Beyträge zum Gebrauch der Mathematik. Aus dieser lambertschen Tafel erhellet sogleich durch den bloßen Augenschein, daß die Anzahl der Finsternisse in einem Jahre aufs höchste bis 7 gehen, und daß diese im Januar, Juli und December eintreffen. In einem jeden Jahre müssen aufs wenigste zwey Sonnenfinsternisse einfallen, weil die Sonne alle Mahl nach Verlauf von sechs Monathen in der Nachbarschaft der Mondknoten kömmt. Je größer die Sonnen- oder Erdfinsternisse in einem Jahre sind, desto kleiner werden die Mondfinsternisse. Die Neumonde, welche vor und nach einer totalen Mondfinsterniß vorfallen, bringen gemeiniglich Sonnenfinsternisse mit. Fallen hingegen centrale Sonnenfinsternisse ein, so sind die Vollmonde vor und nachher ohne Mondfinsterniß.

In den astronomischen Kalendern und Ephemeriden findet man die Finsternisse für ein jedes Jahr mit ihren Umständen genau berechnet, wie z. B. im berliner Jahrbuche.

Herr **Du Sejour** [α]) hat die Berechnung der Finsternisse durch Einführung analytischer Formeln ungemein erleichtert. Beyspiele solcher Berechnungen findet man bey **Scheibel** [β]) und **Rüdiger** [γ]).

Alle Himmelsbegebenheiten erfolgen nach gewissen unveränderlichen Gesetzen, und kehren nach gewissen Zeiträumen wieder, so daß sie alsdann eben so wie zu Anfange des noch nicht verflossenen Zeitraumes wahrgenommen werden. Weil vermöge astronomischer Beobachtungen die Mondknoten jährlich

α) Recherches sur la gnomonique etc. 1761. und noch mehr in traité analytique des mouvements apparens des corps célestes Paris 1786. 1789. Tomi II. Tom. I. L. I. ch. 1. Lib. III. ch. 2.

β) Dionis du Sejour analytische Abhandlung von den Sonnenfinsternissen, aus dessen recherches sur la gnomon. übers. mit Anmerk. und Anwendung auf die Sonnenfinsterniß den 5. Sept 1793. Bresl. 1793. 8.

γ) Darstellung der neuen Methode des Herrn du Sejour, Sonnen- und Mondfinsternisse für einen gegebenen Ort analytisch zu berechnen, nebst einem Entwurf der Sonnenfinsterniß den 31. Jan. 1794. nach Lambert. Leipz. 1794. 8.

lich um 19° zurückgehen, und die Neu- und Vollmonde im folgenden Jahre bey einem gleichen Knoten um 11 Tage früher anlangen, indem 12 Mondenmonathe 354 Tage ausmachen, so müssen sich diejenigen Finsternisse, welche in diesem Jahre ansehnlich gewesen sind, in künftigem um 11 Tage eher, wiewohl mit einer veränderlichen Größe zeigen. Wäre nämlich in diesem Jahre eine centrale Finsterniß gewesen, so wird nun im folgenden Jahre darauf der Neu- oder Vollmond 8° vom Knoten entfernet seyn, und abermahls eine Finsterniß, wiewohl von geringerer Größe, sich ereignen. Im folgenden Jahre darauf ist die Entfernung vom Knoten 16°, daher die Mondfinsterniß ganz wegfällt, die Sonnenfinsterniß aber noch möglich bleibt.

Eine vorzüglich merkwürdige Periode der Rückkehr der Finsternisse ist die **halleysche** oder **plinianische** von 223 Mondenmonathen oder 6585⅓ Tagen, welche 18 Jahre und 11 Tage, oder, wenn in diesen 18 Jahren 5 Schaltjahre fallen, 10 Tage und 8 Stunden ausmachen. Während dieser Zeit sind die Mondsknoten, welche jährlich 19° 19′ zurückgehen, etwa um 349° 20′ fortgegangen, mithin noch 10° 40′ vorwärts von ihrer Stelle im Anfange der Periode entfernet. Die Sonne selbst hat 18 Umläufe vollendet, und in den 11 Tagen noch etwa 10° 40′ vorwärts zurückgeleget; mithin steht sie gegen den gleich weit fortgerückten Mondsknoten fast eben so, wie im Anfange der Periode. Es muß daher am Ende der Periode wieder eine Finsterniß erfolgen, wenn eine im Anfange derselben Statt fand, weil der Mond, die Mondsknoten und die Sonne eben die Stellung haben. Diese Periode ist schon den Chaldäern unter dem Nahmen Saros bekannt gewesen. **Ptolemäus** *) führt aus dem **Hipparch** an, daß die alten Astronomen diese Periode erfunden hätten; um aber volle Tage zu haben, hätten sie die Zahl 6585⅓ mit 3 multiplicirt, woher die Periode von 669 Mondenmonathen als 19756 Tagen entstanden sey. Daß nun

*) Almagestum. Lib. IV. c. 29.

nun diese Periode von 669 Mondenmonathen chaldäischen Ursprungs sey, findet man beym **Geminus** α) mit ausdrücklichen Worten erwähnet. Ueberdem führt auch **Suidas** in seinem Lexico unter dem Artikel Σάρος nach der Berichtigung des **Pearson** β) folgende übersetzte Worte an: *Sari* mensura apud Chaldaeos, etenim 120 Sari constituunt 2222 annos iuxta Chaldaeorum calculum, nempe *Saros* constat ex 222 mensibus lunaribus, qui sunt 18 anni cum sex mensibus. **Halley** γ) zeigt aber, daß die Angabe 222 fehlerhaft sey, und 223 heißen müsse. Es erhellet also doch wenigstens hieraus, daß diese Periode den Chaldäern wirklich bekannt gewesen ist. Auch **Plinius** δ) erwähnet dieser Periode mit folgenden Worten: defectus solis et lunae ducentis viginti tribus mensibus redire in suos orbes certum est, welche Stelle verschiedene Manuscripte bestätigen ε).

Ein Gleiches geschiehet mit immer mehr Genauigkeit nach Verlauf der Perioden von 716, 3087, 6890, 9977 u. Neumonden.

Bald nach Erfindung der Fernröhre entdeckte man bey dem Planeten Jupiter vier kleine Sternchen, welche vermöge genauer Beobachtungen um den Jupiter in verschiedenen Entfernungen herumlaufen, von der Sonne ihr Licht erhalten, als Begleiter des Jupiters zugleich mit um die Sonne geführet werden, und eben daher auch **Jupitersmonde** oder **Jupiterstrabanten** heißen. Auch beym Saturn hat man bereits sieben Begleiter unter dem Nahmen **Saturnusmonde** oder **Saturnustrabanten**, und beym Uranus sechs **Uranusmonde** entdecket. Kommen nun diese Trabanten in den Schatten ihrer Hauptplaneten, so müssen sich natürlich **Trabantenverfinsterungen** ereignen (eclipsate

α) Elementa astronom. cap. 15.
β) Expos. symbol. apostol. Lond. 1683. fol. 59.
γ) Philosoph. transact. n. 194. an. 1691. p. 535. acta Lips. 16.. p. 529.
δ) Historia naturalis. Lib. II. cap. 13.
ε) *Weidleri* historia astronomiae. cap. III. §. XVIII.

satellitum, éclipses des satellites). Dieß sind alsdann Mondfinsternisse in den Hauptplaneten.

Die Jupitersmonde laufen um den Jupiter sehr schnell herum, die Ebenen ihrer Bahnen sind gegen die Ebenen der Jupitersbahn und der Ecliptik unter sehr kleinen Winkeln geneigt, und ihre Größe ist gegen die Größe des Jupiters, und gegen den Durchmesser des Schattens sehr gering. Daher kömmt es, daß bey jedem Umlaufe die Jupitersmonde den Schatten des Hauptplaneten Jupiters durchschneiden müssen, daher die Verfinsterungen derselben sehr oft vorfallen, welches wir auch mit Fernröhren auf unserer Erde bemerken können. Gehen hingegen die Trabanten zur Zeit ihrer untern Conjunktion zwischen dem Jupiter und der Sonne hindurch, so können sie ihren Schatten auf die Oberfläche ihres Hauptplaneten werfen, und Sonnenfinsternisse auf demselben verursachen, welches sich auch zuweilen beobachten läßt, wobey die Schatten der Trabanten als dunkele runde Flecken über der Scheibe des Jupiters hinwegrücken.

Wenn die Erde zur Zeit der Conjunktion oder Opposition es Jupiters mit der Sonne (fig. 77.) in c oder f steht, so egt für uns der Schatten des Jupiters gerade hinter ihm, nd man sieht einige Tage nach einander so wenig den Einitt (immersion) als den Austritt (emersion) der Trabann in und aus dem Schatten. Je weiter die Erde von b ch c rückt, und Jupiter in den Frühstunden sichtbar wird, mehr ragt der Schatten an der rechten oder Westseite herr. In b, wenn Jupiter um 6 Uhr Morgens culminiret, dieß am merklichsten. Läuft die Erde von b bis f, so ckt der Schatten wieder nach und nach hinter Jupiter. In elbst, wo Jupiter mit der Sonne in Opposition ist, und Mitternacht culminiret, sieht man abermahls weder Eintritt ch Austritt. Wenn die Erde aber gegen a kömmt, so igt sich nun an der Schatten linker Hand oder ostwärts Jupiter zu zeigen, daß also jetzt bloß die Austritte der onde bey m sichtbar sind. Am merklichsten wird dieß

in a, wo Jupiter um 6 Uhr Abends culminiret. Läuft endlich die Erde von a nach c, so kömmt der Schatten wieder hinter den Planeten. In c ist nun Jupiter mit der Sonne in Conjunktion, und verschwindet in den Sonnenstrahlen. Hieraus folgt also, daß man von der Conjunktion bis zur Opposition des Jupiters mit der Sonne nur die Eintritte, und von der Opposition bis wieder zur Conjunktion nur die Austritte sehen könne. Dieß findet wenigstens für den ersten und zweyten Jupitersmond Statt. Von dem dritten und vierten Jupitersmonde hingegen, als welche vom Jupiter weiter entfernet sind, werden vorzüglich bey b und a die Eintritte und Austritte gesehen, und in gewissen Lagen gegen die Ecliptik sieht man dieselben sogar um c und f, wobey der Schatten sowohl als der Mond oberhalb oder unterhalb des Jupiters zu stehen scheinet.

Man kann die Verfinsterungen der Jupitersmonde mit Hülfe des so genannten **Jovilabiums** leicht vorher wissen, und alsdann die nähern Umstände aus den Tafeln über die Bewegung der Jupitersmonde mit geringer Mühe berechnen, welche vorzüglich **Wargentin** genau geliefert hat, und die sich in der berliner Sammlung astronomischer Tafeln befinden. In den astronomischen Kalendern und Ephemeriden sind sie auch schon zu größerer Bequemlichkeit der Astronomen berechnet worden. Weil die Verfinsterungen der Jupitersmonde allen Orten der Erde zu gleicher Zeit und auf gleiche Weise erscheinen, so dienen sie vorzüglich zur richtigen Bestimmung der geographischen Länge der Oerter auf der Erdoberfläche. **M. s. Länge, geographische.** Bey der Beobachtung einer solchen Finsterniß sollte man jederzeit die Beschaffenheit des Fernrohres angeben, womit sie angestellet worden, weil ein längeres, das mehr vergrößert, die Eintritte später und die Austritte eher anzeigt. Nach des **de l'Isle** *) Erfahrungen hat dieser Unterschied bey Fernröhren von $20\frac{1}{2}$ und von 15 Fuß zuweilen 6 bis 7 Sekunden betragen. Selbst kömmt es hierbey auf Jupiters Höhe an

nach

*) Commentat. Acad. Petropolit. T. I. p. 472.

nachdem nämlich das Licht des Trabanten von der Luft, durch welche es gehen muß, mehr oder weniger geschwächt wird. Wie man die Jupiterstrabanten und auch die Mondfinsternisse, ohne daß diese Verschiedenheit der Fernröhre viel schadet, und sicherer als bisher zu Bestimmung der Längen zu gebrauchen sind, zeiget P. Hell *).

Firmament, Feste des Himmels, Gewölbe des Himmels (firmamentum, coelum, firmament). Diesen Nahmen gibt man dem scheinbaren Gewölbe des blauen Himmels, welches gleichsam vom Erdhorizonte unterstützt, und an selbigem das zahllose Heer der Sterne angeheftet zu seyn scheinet. Die Sternkunde lehret aber, daß alles dieß nur Schein ist, indem unser Gesicht die betrachteten Objekte nur bis auf eine gewisse Weite schätzt, und diejenigen, welche über selbige hinausliegen, in diese Grenze des Sehens gleichsam setzt, so daß sie ihm alle gleich weit entfernt zu seyn scheinen. Daher wird auch das scheinbare Himmelsgewölbe als eine halbe Hohlkugel in der Sternkunde betrachtet.

Fischbeinhygrometer, s. **Hygrometer.**

Fische, elektrische, s. **Zitterfische.**

Fix (fixum, fixe). Dieses Wort wird in einer doppelten Bedeutung genommen. Zuerst versteht man darunter so viel, als **latent** oder **gebunden**, mit der Materie eines Körpers vereiniget, wie z. B. der Wärmestoff mit dem Wasser. Alsdann bedeutet es aber auch eben so viel, als feuerbeständig. M. s. **Feuerbeständig.**

Fixe Luft, s. **Gas, mephitisches.**

Fixsterne (stellae fixae, étoiles, étoiles fixes) heißen diejenigen unzählbaren Sterne, welche man bey heiterer Nacht am gewölbten Himmel sieht, und beständig einerley Lage gegen einander und einerley Entfernung von einander behalten. Diesen Fixsternen werden die Irrsterne oder Planeten entgegengesetzet, welche nicht einerley Stellung gegen die Fixsterne behalten, sondern sie täglich ändern.

*) Ephemerides astronom. an. 1764. p. 188.

Die Fixsterne, sind theils in Ansehung ihrer Größe, theils aber auch in Ansehung der Stärke des Lichtes verschieden. Dieß hat den Astronomen Gelegenheit gegeben, die Fixsterne in folgende Ordnungen einzutheilen, daß man einige **von erster**, andere von **zweyter**, **dritter**, **vierter**, **fünfter** und **sechster**, auch wohl von **siebenter** und **achter Größe** gesetzet hat. Diese Eintheilung der Fixsterne ist eigentlich vielen Schwierigkeiten ausgesetzet, indem die wahre Bestimmung der Größe, welche zu jeder Ordnung erfordert wird, gar nicht genau angegeben werden kann. Daher kömmt es auch, daß nicht alle Astronomen in Ansehung der Anzahl der Sterne der ersten, zweyten, dritten u. s. Größe übereinkommen, und daß sie einige Sterne zur ersten Größe rechnen, welche andere zur zweyten Classe zählen. **Kepler** suchte durch Hülfe der Erfahrung einer jeden Ordnung Bestimmtheit zu geben, und rechnete diejenigen Sterne zur ersten Ordnung, welche gesehen werden, wenn die Sonne 12° unter dem Horizonte stehet, hingegen Sterne von zweyter Ordnung, wenn die Sonne 13°, von dritter Größe, 14°, von vierter Größe, 15°, von fünfter Größe 16°, und von sechster Größe, 17° unter dem Horizonte verborgen sey. Noch kleinere Sterne von verschiedener Größe werden erst durch Ferngläser entdecket, und heißen **teleskopische Sterne**. Auch nimmt man am Himmel hie und da kleine weiße Wölkchen gewahr, wo dergleichen teleskopische Sterne trippelweise zusammenstehen, und **Nebelsterne** genannt werden. Selbst die so genannte **Milchstraße** begreift eine unzählige Menge dergleichen Sterne. Hiervon mit mehreren unter den Artikeln **Milchstraße** und **Nebelsterne**. Viele von den Fixsternen hat man schon vor Alters mit besondern Nahmen benannt, ja man hat sich gewisse Stücke an der scheinbaren Himmelskugel, welche mehrere Fixsterne enthalten, unter mancherley Figuren vorgestellet, und ihnen davon Nahmen gegeben, welche sich theils auf wahre Geschichten, theils auf Fabeln der alten Dichter beziehen, wovon unter dem Artikel **Sternbilder**

Gewöhn-

Gewöhnlich rechnet man nicht mehr als 15 Sterne zu den Sternen von erster Größe. Vier davon stehen im Thierkreise: **Aldebaran** oder das südliche Auge des Stiers, **Regulus** oder das Herz des Löwen, **Azimech** auch **Spica** oder die **Kornähre** in der Jungfrau und **Antares** oder das Herz des Scorpions; drey befinden sich in der nördlichen Halbkugel des Himmels: **Arkturus** im Saum des Bootes, **Alhajoth** oder **Capella** oder **Ziege** am Rücken des Fuhrmanns und **Wega** oder **Lyra** an der Leyer. Die südliche Halbkugel enthält 8 Sterne erster Größe; **Beteigeuze** an der östlichen Schulter des Orions, **Rigel** an dessen Fuß, **Acarnar** am südlichen Ende des Eridanflusses, **Sirius** oder der **Hundsstern** im großen Hunde, **Procyon** im kleinen Hunde, **Fomahand** am Maul des südlichen Fisches, **Canopus** im Schiff Argo, und einem im Centaur. Verschiedene Astronomen rechnen noch zu den Sternen von erster Größe den Löwenschwanz, **Deneb** am Schwanz des Schwans, **Alphard** das Herz der großen Wasserschlange und **Athair** am Halse des Adlers.

Es wird allgemein angenommen, daß die Fixsterne auch bey den stärksten Vergrößerungen der Fernröhre um nichts größer gesehen werden, sondern im Gegentheile wegen der Absonderung der falschen Strahlen kleiner durch selbige erscheinen. Durch Beobachtungen der Bedeckungen von einigen Fixsternen erster Größe vom Monde haben die Astronomen gefunden, daß ihr scheinbarer Durchmesser keine Secunde austragen könne. Von diesen unmerklichen Durchmessern und gleichwohl starkem Glanze der Fixsterne entstehet vermittelst der Beschaffenheit unserer Atmosphäre das Funkeln oder Blinkern derselben. Es werden nämlich die Lichtstrahlen in der Atmosphäre der Erde verschiedentlich gebrochen, und leiden wegen der in der Luft beständig sich bewegenden Dünste alle Augenblicke andere Brechungen, wodurch wegen ihrer ungemein geringen Durchmesser die Sterne selbst als in einer beständig zitternden Bewegung erscheinen. Aus dieser Ursache wird auch das Funkeln der Sterne niedrig am

Himmel stärker, als in ansehnlichen Höhen über dem Horizonte bemerket. Gegen diese allgemein anerkannte Wahrheit bemerket doch Herr **Henry Usher** *), daß bey sehr starken Vergrößerungen die Fixsterne allerdings rund wie die Planeten sich zeigten. So sahe **Usher** den Stern ϑ von 4ter Größe im Bootes $2\frac{1}{2}$ Stunden vor der Sonne im Mittagsfernrohre bey 600 facher Vergrößerung und verminderter Oeffnung ganz rund; bey starker Verminderung der Oeffnung nimmt er den Polarstern so deutlich rund und breit wahr, daß der Antritt der Ränder an jeder Kante der Fäden zu unterscheiden ist. Herr **Kästner** urtheilet, daß diese Sache noch Untersuchung verdiene, da man bey starker Vergrößerung Undeutlichkeit, und bey verminderter Oeffnung Beugung des Lichtes im Verdacht haben könne.

Was die Entfernung der Fixsterne von unserer Erde anlangt, so muß diese erstaunend groß seyn, und für uns eigentlich gar nicht zu bestimmen. Die Erde umläuft die Sonne in einer kreisähnlichen Bahn, deren Durchmesser über 40 Millionen Meilen beträgt, so daß wir zu gewissen Zeiten verschiedenen Sternen 40 Millionen Meilen näher, zu andern Zeiten aber 40 Millionen weiter davon entfernet sind, dessen ungeachtet erscheinen uns diese Himmelskörper zu allen Zeiten des Jahres in einer gleichen Größe, und behalten eine unveränderliche Lage gegen einander. Daraus folgt also, daß der Durchmesser der Erdbahn gegen ihre Entfernung von der Erde gar kein merkliches Verhältniß habe, oder daß die jährliche Parallaxe der Erdbahn bey den Fixsternen gar nicht zu bemerken sey. Nähme man an, daß die Parallaxe nur 1 Sekunde betrüge, so würde man die Entfernung wenigstens $207900 \times 23984 = 4986273600$ Erdhalbmesser finden; allein da sie nicht ein Mahl eine Sekunde beträgt, und für uns überhaupt ganz unmerklich ist, so muß die Entfernung auch des größten Fixsternes von der Erd

*) Transact. of the Royal Irish Academy. Tom. II. Dublin. 1788. 4. art. 5.

Erde gar viel größer seyn, und überhaupt für uns gar nicht anzugeben möglich.

Huygens *) versuchte, die Entfernung des Sirius oder des Hundssterns daraus einiger Maßen zu schätzen, daß er ihn mit der Größe und Lichtstärke der Sonne verglich. Er betrachtete nämlich durch eine 12 Zoll lange Röhre die Sonne, welche an dem einen Ende, das nach der Sonne gekehret war, eine kleine runde Oeffnung von $\frac{1}{12}$ Linien im Durchschnitte, und an dem andern ein kleines mikroskopisches Glaskügelchen, dessen Halbmesser = $\frac{1}{24}$ Linien war, besaß. Hiermit konnte er den 27664 Theil der Sonne übersehen, als er sich, um alles fremde Licht abzuhalten, überall verhüllte, schien ihm dieser Theil der Sonne dem Sirius zur Nachtzeit an Größe und Licht gleich zu kommen, und daraus folgerte **Huygens**, daß wenn Sirius die Größe der Sonne hätte, er 27664 Mahl weiter als dieselbe von der Erde entfernet seyn müsse. Allein es ist ganz offenbar, daß diese Entfernung viel zu gering ist, indem man an selbigem alsdann eine Parallaxe von wenigstens einigen Sekunden beobachten müßte. **Bradley** aber, welcher bey seinen außerordentlich feinen Beobachtungen, durch welche er die Aberration des Lichtes entdeckte, Achtung gab, versichert, daß er eine Parallaxe an den Fixsternen würde bemerket haben, wenn diese eine Sekunde austrage. Nachher sind noch von verschiedenen Astronomen sehr genaue Beobachtungen über die Parallaxe des Sirius, wiewohl ganz ohne den gehofften Erfolg, angestellet worden. Da nun dieser helleste Stern unter allen Fixsternen keine merkliche Parallaxe hat, so scheine es eine ganz eitle Bemühung zu seyn, die Entfernungen der Fixsterne von unserer Erde bestimmen zu wollen.

Aus den ungeheueren Entfernungen der Fixsterne läßt sich einsehen, warum selbst die Sterne von erster Größe mit den vollkommensten Fernröhren betrachtet bloß als leuchtende Punkte wahrgenommen werden, und nach verschiedentlich

*) Cosmotheorus. Hag. 1698. 4. L. II. p. 135.

lich angestellten Beobachtungen im scheinbaren Durchmesser selbst keine Sekunde betragen. Dennoch aber läßt sich leicht zeigen, daß die wahre Größe der Fixsterne sehr ansehnlich seyn muß, ob wir gleich wegen der uns nicht bekannten Parallaxe und der scheinbaren Durchmesser etwas genaues zu bestimmen nicht im Stande sind.

Da nun die Fixsterne bey ihren ganz unmerklichen scheinbaren Durchmessern und erstaunlichen Entfernungen von der Erde dennoch ein sehr lebhaftes Licht geben, welches sich von dem geborgten Sonnenlicht, womit die Planeten leuchten, so auffallend unterscheidet, so ist es gewiß, daß die Fixsterne ihren Schein so wenig von unserer Sonne als von andern Himmelskörpern entlehnen, sondern mit ihrem eigenen Lichte glänzen oder daß sie unserer Sonne ganz ähnliche Körper seyn müssen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist eine jede von diesen Sonnen mit Planeten umgeben, welche von ihr erwärmet und erleuchtet werden, welche von dem allweisen Schöpfer zu Zwecken bestimmt sind. Vergleichet man mit dieser Vorstellung die unzählbare Menge von Fixsternen, welche man nur mit bloßen Augen bemerken kann, so muß man schon erstaunen, über den weiten Umfang, den alle diese erschaffene Weltkörper einnehmen. Allein wie sehr viel mehr zeigen nicht die Fernröhre? Schon **Huygens** zählte durch dieselben allein im Siebengestirn 40, in dem Nebelstern des Krebses oder der Krippe 36 und um den Gürtel und Schwert des Orions über 2000 Sterne. Fast alle Nebelsterne, die mit bloßen Augen sich als kleine Wölkchen hier und da zeigen, erscheinen durch Fernröhre als zahlreiche Sammlungen kleiner nahe zusammenstehender Sterne. Endlich häufen sich die Sterne in der Milchstraße überall zu Millionen, so daß wir auch den Lichtschimmer dieser Himmelszone von dem vereinigten Glanze unzählbarer Sterne größtentheils herleiten können, deren sich immer mehrere dem Fernrohre darstellen, je vollkommener es ist. Gewiß unsere Eingeschränktheit vermag die Vorstellung gar nicht mehr

mehr zu fassen, wie unermeßlich weit der Umfang des Weltalls sich erstrecket.

Ob nun gleich alle Fixsterne ihre Lage gegen einander gar nicht merklich zu ändern scheinen, und eben daher auch ihren Nahmen erhalten haben, so nimmt man an ihnen doch gewisse Bewegungen wahr. Beym ersten Anblick des gestirnten Himmels wird man gar bald bemerken, daß gegen Norden, etwa 50 Grade über dem Horizonte, ein ziemlich kenntlicher Fixstern sich befindet, der **Polarstern** genannt wird, und seine Stelle nie merklich verändert, man mag selbigen zu einer Jahrszeit und zu einer Stunde in der Nacht betrachten wenn man will. Alle übrige Fixsterne aber sind von diesem Polarstern in jeder Lage gleichweit entfernet, und es scheint, als ob sich die ganze Himmelskugel um eine Axe drehete, deren eine Pol mit dem Polarstern über dem Horizonte einerley Stelle hat, oder doch wenigstens sehr nahe dabey ist. Es scheinen daher alle Sterne am Himmel Kreise (**Tagekreise**) zu beschreiben, welche unter sich parallel, und gegen den Polarstern zu immer kleiner sind. Die Alten waren der Meinung, daß diese Bewegung der ganzen scheinbaren Himmelssphäre wirklich sey, und unsere Erde völlig im Mittelpunkte ruhe. Allein die neuere Astronomie hat mit Gewißheit das Gegentheil gezeiget und gelehret, daß diese Bewegung der Fixsterne nur scheinbar sey, und ihren Grund in der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Achse habe.

Eine andere Bewegung nimmt man an den Fixsternen wahr, indem es scheinet, als ob alle gemeinschaftlich in mit der Ecliptik parallel laufenden Kreisen von Abend gegen Morgen wiewohl sehr langsam fortrückten und sich folglich um die Pole der Ecliptik bewegten. Daraus entstehet eine beständige Zunahme ihrer Länge oder Entfernung von den Punkten der Tag- und Nachtgleichungen, welches schon **Hipparch** bemerkte, als er seine Beobachtungen mit den ältern des **Timocharis** verglich. Es scheint daher die Ecliptik mit allen Sternen einerley Lage zu behalten, der

Frühlings-

Frühlingspunkt aber der Ordnung der Zeichen jährlich um 50,3″ entgegen zu rücken. Hiernach müßten also die Fixsterne einen Umlauf um die Pole der Ecliptik nach 25720 Jahren vollendet haben. Aber auch diese Bewegung der Fixsterne ist scheinbar, und rührt von einem Fortrücken der Aequinoctialpunkte her, wovon mit mehreren unter dem Artikel **Verrückung der Nachtgleichen.**

Noch eine andere scheinbare Bewegung der Fixsterne, welche darin besteht, daß sie in einer elliptischen Bahn fortrücken, deren Axe 40 Sekunden ausmacht, ist bereits unter dem Artikel **Abirrung des Lichtes** angeführet worden. Durch das Wanken der Erdaxe wird auch veranlasset, daß die Fixsterne in 18 Jahren und 8 Monathen kleine Kreise von 18 Sekunden Durchmesser durchlaufen. M. s. **Wanken der Erdaxe.** Durch die Veränderungen der Schiefe der Ecliptik (m. s. **Schiefe der Ecliptik**) erleiden auch die Breiten aller Fixsterne eine Veränderung.

Außer diesen scheinbaren Bewegungen der Fixsterne hat man auch an den Fixsternen ganz eigene, wiewohl langsame Bewegungen wahrgenommen. **Halley** *) war der erste, welcher von einigen großen Fixsternen, dem Aldebaran, Arktur und Sirius, eigene Bewegungen geschlossen hat, da er ältere Angaben ihrer Stellen mit neuern verglichen. Dergleichen Beobachtungen sind von **Cassini, Richer, le Monnier** und **Bradley** fortgesetzet worden, und diese fanden bey der Vergleichung ihrer eigenen Beobachtungen mit den von **Picard, de la Hire, Tycho de Brahe** und **Flamstead** angestellten, daß Arktur binnen 66 Jahren um 2½ Minuten nach Süden fortrücke, hingegen diese Bewegung beym **Sirius** seit Tycho's Zeiten erst zwey Minuten betrage. Auch an den Sternen **Regulus, Capella, Rigel, Beteigeuze** und **Athair** fand **Cassini** ebenfalls eigene Bewegungen. Und **Tobias Mayer** β) gibt ein Verzeich-

*) Philosoph. transact. 1718. n. 355.

β) De motu fixarum proprio in Tob. Mayeri opp. ined. cura G. C. *Lichtenberg*. Goett. 1775. 4. maj. Vol. I. n. 6.

Verzeichniß von mehr als 70 Sternen an, von welchen sich aus Vergleichung seiner eigenen Beobachtungen mit ältern schließen läßt, daß sie eine eigene Bewegung besitzen. Um hierin noch mehrere Gewißheit zu haben, hat man durch Hülfe der Mikrometer die gegenseitigen Lagen von denjenigen Sternen, welche nahe bey einander erscheinen, daß man sie in einem Fernrohre zugleich oder bald nach einander sieht, verglichen und Aenderungen derselben gefunden, so daß man daraus auf eigene Bewegungen der Fixsterne schließen konnte. Der kurpfälzische Astronom, Herr **Christian Mayer**, und seine Gehülfe, Herr **Johann Mezger**, haben hierin besonders viel geleistet, kleinere, oft nur sehr vorzüglichen Fernröhren kenntliche in veränderlichen Lagen wahrgenommen. **Mayer** aber ließ sich verleiten, diese kleinen Sternchen als Begleiter oder Trabanten der größern Fixsterne, ja sie sogar als Planeten derselben, oder als dunkele Körper, welche ihr Licht von den Fixsternen erhalten, zu betrachten. Allein dieser Behauptung wurde von den Astronomen widersprochen, wogegen sich **Mayer** zu vertheidigen suchte [α]). Endlich wurde **Mayers** Vorgeben, daß die kleinern Fixsterne als Planeten von den größern zu betrachten wären, vom Herrn **Fuß** in Petersburg sehr gründlich widerleget [β]).

Herr **Herschel** [γ]) hat zu dieser Absicht auch die Beobachtung der so genannten Doppelsterne empfohlen, wovon einige so nahe an einander stehen, daß sie nur durch starke Vergrößerung unterschieden werden können. Würde man dergleichen Sterne in Ansehung ihrer Entfernung von einander oder auch in Ansehung ihrer Vergrößerung, welche sie

α) Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixsterntrabanten. Mannheim 1778. gr. 8. ej. de nouis in coelo sidereo phaenomenis, in miris stellarum fixarum comitibus; in comment. Acad. Theodoro-Palatinae Vol. IV. physic. 1780. p. 259.

β) Betrachtungen über die Fixsterntrabanten vom Herrn Prof. Fuß a. d. Franz.; in Bodens astronom. Jahrb. für 1785.

γ) On the parallaxe of fixed stars; a Catalogue of double stars etc. in den Philosoph. transact. Vol. LXXII. art. 11-14.

sie unterscheidet, ganz verändert wahrnehmen, so wäre dieß ein Zeichen ihrer relativen Bewegung gegen einander. Nachher fingen so wohl **Herschel** α) als auch **Prevost** β) an, diese eigenen Bewegungen der Fixsterne als eine, wenigstens zum Theil scheinbare Bewegung zu betrachten. Nach ihrer Meinung glaubten sie, in den bisher dieserwegen angestellten Beobachtungen gefunden zu haben, daß die Fixsterne nach einer Gegend des Himmels zu mehr aus einander nach der entgegengesetzten aber mehr zusammenrückten. Nach dieser Behauptung schiene sich also sowohl unsere Sonne als auch alle zum Sonnensystem gehörige Planeten und Kometen nach einer Gegend des Himmels zu fortzubewegen, und von der entgegengesetzten zu entfernen. Nach Herr **Herschel** richtet sich diese Bewegung auf den Stern λ im Herkules, nach Herr **Prevost** aber auf die nördliche Krone zu. Von diesen Muthmaßungen findet man einige Nachrichten im berliner astronomischen Jahrbuche vom Jahre 1786.

Maskelyne γ) hat 35 Sterne angegeben, an welchen er eigene Bewegungen beobachtet hat. Unter diesen Sternen befinden sich 29, deren eigene Bewegung so stark ist, daß man darüber gar nicht zweifeln kann. Unter diesen 29 sind wiederum 22, deren Bewegung sich erklären läßt, wenn man mit Herrn **Herschel** annimmt, daß sich unser Sonnensystem nach dem Stern λ im Herkules zu bewege. Die größten Sterne, wie Sirius und Arktur, zeigen die stärkste Bewegung. Arktur aber noch mehr, weil er gegen die Linie, nach welcher die Bewegung gehet, eine vortheilhafte Lage hat, sie zu zeigen. Der Stern λ vierter Größe in den Fischen liegt unter allen beobachteten Sternen dazu am vortheilhaftesten, und zeigt daher eine starke Bewegung. In dem Zwillingsgestirne sind die beyden Sterne **Castor** und **Pollux** an Größe und Lage so gleich, daß man glauben sollte,

α) On the proper motion of the sun on solar system; in den Philos. transact. Vol. LXXIII.

β) Mém. lus à l'Acad. des scienc. de Berlin en Juil. et en septem. 1783. à Berl. 4.

γ) Connoissance des tems. 1792. p. 271.

sollte, sie müßten einerley Bewegung zeigen, und doch zeigt **Pollux** eine weit stärkere. Allein **Castor** ist ein Doppelstern aus zwey kleinern, welche allem Vermuthen nach viel weiter liegen, mithin bey der Bewegung unseres Systems weniger Parallaxe zeigen. Alle diese Umstände machen diese vermuthete Bewegung sehr wahrscheinlich.

Man hat auch am Himmel solche Sterne gesehen, welche unvermuthet erscheinen, aber auch allmählig verschwinden, und nachher nicht weiter bemerket werden. Die Astronomen nennen sie **neue Sterne**. Die Anzahl solcher Sterne, welche bisher erschienen sind, ist sehr geringe. Es werden verschiedene dergleichen von **Riccioli** [α]) angegeben; er rechnet aber theils solche Sterne mit hierher, welche entweder zu Kometen oder doch sonst zu andern Sternen gehören, theils auch solche, von welchen man nach seinem eigenen Geständnisse nicht weiß, ob sie je sind gesehen worden. Vorzüglich finden folgende beyde neue Sterne einer Erwähnung. Der eine zeigte sich im November des 1572ten Jahres auf ein Mahl in dem Stuhle der Cassiopea mit einem Glanze, welcher das Licht des Hundssternes und selbst des Jupiters übertraf, und am hellen Tage zu sehen war. Vom December dieses Jahres fing er an abzunehmen, und verschwand endlich im März 1574 dem Auge gänzlich. **Tycho de Brahe** [β]), welcher ihn zuerst erblickte, war anfänglich selbst zweifelhaft, ob es ein neuer, oder sonst gewöhnlicher Stern sey. Er hat diesen Stern mit dem größten Fleiße beobachtet, aber keine Parallaxe an ihm wahrgenommen. Von diesem Sterne wollen einige behaupten, daß es eben der gewesen sey, welcher schon in den Jahren 945 und 1264 in eben dieser Gegend eine Zeitlang als ein neuer Stern ist gesehen worden. Allein außer **Cyprian Leovitius** [γ]) wird von keinem andern Schriftsteller dieses Sterns Erwähnung gethan. Den andern fast eben so glänzenden neuen Stern erblickte

α) Almagestum novum To. II. p. 30. sq.
β) Progymnasmata astron. Francof. 1602. 4. lib. I.
γ) De stella anni 1572.

erblickte **Kepler** α) am Fuße des Ophiuchi im Jahre 1604, welcher im folgenden Jahre darauf wieder verschwand und ebenfalls keine Parallaxe zeigte. Noch andere ähnliche Beyspiele von kleinen neuern Sternen führt der jüngere **Cassini** β) an. Bey der Erscheinung der neuen Sterne hat man folgendes wahrgenommen: 1) in Ansehung ihrer Stelle sind sie gemeiniglich entweder in der Milchstraße oder doch nicht weit davon erschienen; 2) diesen Ort behalten sie so lange, als sie sichtbar sind, daher ihnen außer der täglichen gemeinschaftlichen Bewegung keine andere zukömmt; 3) weil sie keine Parallaxe zeigen, so müssen sie sehr weit von unserer Erde entfernet seyn; 4) daher werden sie durch Fernröhre betrachtet nicht vergrößert, sondern vielmehr wie die übrigen Fixsterne verkleinert gesehen; 5) mit bloßen Augen betrachtet funkeln sie noch weit stärker als andere Sterne; 6) ihre Größe ist veränderlich; 7) auch ist ihre Farbe veränderlich betrachtet worden; im hellesten Lichte hat man sie mehr weiß, nachher roth, ferner gelb und zuletzt ganz bleich und dunkel befunden. So bezeuget **Kepler**, daß der neue Stern im Schlangenmanne alle Farben des Regenbogens gehabt habe. 8) Auch ist die Dauer derselben verschieden.

Es gibt noch eine ganz besondere Art Sterne, welche alle übrige Eigenschaften der Fixsterne haben, aber bald scheinbarlich größer, bald kleiner werden, man nennt sie daher auch **veränderliche Sterne** oder **Wundersterne**. Ihre Lichtabwechselungen sind periodisch von bestimmter Zeitdauer. Am Halse des Wallfisches zeigte sich im Jahre 1596 der veränderliche Stern, Z nach **Doppelmayer**, nach **Bayer** o, dem **Fabricius**, welcher nach **Hevel** γ) binnen einer Periode von 11 Monathen von der dritten Größe bis zum Verschwinden abnimmt, und nach der Wiedererscheinung wieder bis zur dritten Größe zunimmt, daher auch dieser Stern **Mira** genannt wird. Ein ähnlicher Stern befindet

α) De stella noua in pede serpentarii. Prag. 1606. 4.
β) Elémens d'Astronomie. p. 73.
γ) Historiola mirae stella in collo Ceti. Gedan. 1662 fol.

befindet sich am Halse des Schwans, welchen **Kirch** an seinen Lichtveränderungen 1686 zuerst wahrgenommen hat. Nach **Cassini** [α]) soll sich dieser Stern nach 405 Tage in seinem stärksten Lichte zeigen. Außer diesem sind noch zwey neue Sterne im Schwane von **Kepler**, **Cassini** und **Hevel** beobachtet worden. Der eine zeigte sich bey dem Stern dritter Größe an der Brust, und der andere bey dem von gleicher Größe am Schnabel des Schwans. Auch haben **Hevel** und **Cassini** verschiedene Sterne im kleinen Bären, der Andromeda, den Schützen, Ophiuchus, Wassermann, Steinbock u. s. f., welche in ältern Verzeichnissen vorkommen, entweder gar nicht finden können, oder von veränderlicher Größe bemerket. Eben dieses beobachteten auch **Montanari** und **Maraldi** [β]) von Sternen im Löwen, großem Hunde, Schiff, Wasserschlange, Jungfrau u. s. f. Auch **Goodricke** in England hat eine Lichtveränderung an dem hellen Sterne **Algol** im Haupte der Medusa entdecket, deren Dauer nur 2 Tage, 21 Stunden oder 69 Stunden ist. Dieser Stern, welcher eigentlich ein Stern von zweyter Größe ist, verwandelt sich nach Verlauf dieser Zeit in einen Stern von vierter Größe, wozu er aber nur 7 Stunden Zeit gebrauchet, nämlich $3\frac{1}{2}$ Stunden um abzunehmen, und $3\frac{1}{2}$ Stunden, um seine vorige Gestalt und Größe wieder zu bekommen. Die übrigen 62 Stunden bleibt er von der zweyten Größe. Nach neuern Beobachtungen des Herrn Grafen **von Brühl** ist die Wiederkehr dieser Lichtveränderungen auf 2 Tage, 20 Stunden, 48 Minuten, 51 Sekunden, 16 Terzen gesetzet worden [γ]). Noch mehrere Nachrichten hiervon hat Herr **Wurm** in Nürtingen [δ]) gesammelt und verglichen.

Auch

[α]) Mémoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1759.

[β]) Mémoire de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1706. 1707.

[γ]) Berliner astronomisches Jahrbuch für 1786. Num. 18. 19. für 1788. Num. 13.

[δ]) Berliner astronomisches Jahrbuch für 1789. S. 175.

Auch sind in Ansehung der Lichtstärke bey verschiedenen Fixsternen Veränderungen seit den Zeiten der alten Astronomen vorgegangen. So rechnete **Ptolemäus** den hellen Stern im Adler zur dritten Größe, welcher jetzt von einigen Astronomen zu den Sternen erster Größe gezählet wird. Den Stern δ im großen Bären geben **Tycho** und **Bayer** von der zweyten Größe an, welcher jetzt so dunkel ist, daß man ihn kaum zur vierten Größe rechnen kann u. s. f. In der berliner Sammlung astronomischer Tafeln findet man ein vollständiges Verzeichniß der beobachteten neuen und veränderlichen Sterne [α]).

Was die Ursache dieser verschiedenen Abwechselungen in Ansehung der Größe und der Lichtstärke der veränderlichen und neuen Sterne betrifft, so weiß man bis jetzt noch keine anzugeben. Der P. **Bouilland** hielt die Fixsterne, welche periodische Lichtabwechselungen zeigten, für halbe Sonnen, deren eine Hälfte leuchtend, die andere dunkel sey, und welche sich um ihre Axen dreheten. Der Herr von **Maupertuis** [β]) ist der Meinung, diese Sterne hätten durch ihre schnelle Umdrehung um die Axe eine sehr platte Gestalt erhalten, und ein großer Planet verändere die Richtung ihrer Axe so, daß sie uns bisweilen die platte, bisweilen die schmale Kante zudreheten, und im letzten Falle mit sehr schwachem Lichte erschienen oder gar verschwänden.

Durch Fernröhre werden auch einige Sterne doppelt gesehen, und heißen daher Doppelsterne, dahin gehören die Sterne γ im Widder, α in den Zwillingen, γ in der Jungfrau u. s. f. Herr **Herschel** [γ]) gibt von den Doppelsternen ein Verzeichniß in 6 Classen an.

M. s. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde §. 142 u. f. §. 614 u. f. **Kästner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 4te Aufl. 1792. Astronomie §. 117 f.

F

α) Berlin 1776. III Bände gr. 8. im I. Bande S. 212 u. f. Taf. XV

β) Discours sur le differentes figures des astres à Paris 1732. 8. auch in oeuvres de Maupertuis à Lion 1768 Tom. IV. 8. T. I.

γ) Philosoph. transact. Vol. LXXV. P. I. n. 6.

B. C. B. *Wiedeburg* diss. de stellis mutabilibus 1639. 4. *Fortunio Liceti* de nov. astr. Padua. 1656. Im. Kant allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels. Königsb. und Leipz. 1755.

Fixsternverzeichnisse (catalogi fixarum, catalogues des étoiles) sind Verzeichnisse, welche diejenigen Fixsterne enthalten, deren Stellen am Himmel durch Beobachtungen genau sind bestimmt worden, und worin ihre Nahmen nebst Größen, Breiten, Längen oft auch Abweichungen und geraden Aufsteigungen angegeben sind. Die Ordnung, welche man hiebey befolget, ist gemeiniglich diese, daß ein Sternbild nach dem andern angeführet, und in jedem entweder die größern Sterne oder auch diejenigen, welche zuerst durch den Mittagskreis gehen, allererst gesetzet werden. Dergleichen Sternverzeichnisse können nur auf eine gewisse Zeit eingerichtet werden, weil sich nach und nach die Abweichungen, Aufsteigungen und Längen der Sterne verändern.

Das älteste Sternregister rührt vom **Hipparch** her, welches von ihm ungefähr 150 Jahr vor Christi Geburt ist verfertiget worden, und an die 1022 Sterne in 48 Sternbildern nach der Länge und Breite bestimmt; wiewohl **Ptolemäus** *) anführet, daß schon 180 vorher von **Timocharis** und **Aristyllus** verschiedene hierher gehörige Beobachtungen sind angestellet worden. Dieß Sternverzeichniß vom **Hipparch** hat **Claudius Ptolemäus** aufbehalten und mit einigen Beobachtungen vermehret in seinem astronomischen Werke, welches den Titel führet: *μεγάλη συντάξις τῆς ἀστρονομίας*, das aber im 13ten Jahrhunderte ins Lateinische ist übersetzet worden, und gewöhnlich unter dem Titel Almagestum angeführet wird. Der Araber **Muhamed ben Gaber Al-Batani** (**Albategnius**) brachte dieß Sternverzeichniß auf das Jahr Christi 880, indem er wegen des Vorrückens der Nachtgleichen den von **Ptolemäus** angegebenen Längen $11\frac{5}{6}$ Grad zusetzte. Auch die Mathematiker, welche von dem König Alphonsus X. zur Verfertigung

*) Almagestum. Lib. VII. cap. 1.

astronomischer Tafeln berufen wurden, reducirten das ptole- mäische Verzeichniß bloß auf das Jahr 1251. Der tartarische Fürst **Ulugh Beigh** war vor **Tycho de Brahe** der einzige, welcher aus eigenen Beobachtungen im Jahre 1437 ein Sternregister von 1017 Sternen zusammen brachte, welches **Thomas Hyde** α) herausgab.

Nachdem **Tycho de Brahe** mit Hülfe der von ihm verbesserten astronomischen Instrumente die Abweichungen und geraden Aufsteigungen der Sterne genau zu beobachten lehrte, woraus nachher die Längen und Breiten derselben berechnet werden können, welche die alten Astronomen weit unzulässiger durch Beobachtungen gesucht hatten; so entstand von ihm sein neues Sternregister β), welches **Kepler** im Jahre 162[illegible] in die alphonsinischen Tabellen einrückte, und aus den Beobachtungen, welche **Tycho** hinterlassen hatte, bis auf 1000 Sterne vermehret, und zuerst die Sterne um den Südpol beygefüget hat, so wie sie die portugiesischen Seefahrer beobachtet hatten, und von **Petrus Theodori** bestimmt waren. Dieses Sternverzeichniß hat der **P. Riccioli** γ) auf das Jahr 1700 reduciret, und außerdem noch mit 101 Sternen aus seinen mit **Grimaldi** angestellten Beobachtungen vermehret worden.

Beynahe gleichzeitig mit dem **Tycho** hat auch der Landgraf von Hessen=Cassel, **Wilhelm** IV. mit seinen Astronomen **Christoph Rothmann** und **Jobst Byrge** durch Hülfe sehr genauer astronomischer Instrumente an die 30 Jahre die Abweichungen und die geraden Aufsteigungen der Fixsterne beobachtet. Hieraus entstand ein Verzeichniß von 400 Fixsternen, welches **Hevel**, wegen der Genauigkeit, **Tychon's** seinem weit vorziehet. Man findet dieß Verzeichniß i

α) Tabulae longitudinis et latitudinis stellarum fixarum ex observ[a]tione Vlugh Beighi etc. ex tribus inuicem collatis MS. persici iam primum luce et latio donauit, et commentariis illustrau[it] *Thomas Hyde*. Oxon. 1665. 4.

β) Catalogus fixarum 777 ad annum 1600 in astronom. instaurat[ae] progymnasmatibus. Francof. 1602. 4. P. I. p. 257.

γ) Astronomia reformata. Lib. IV.

in den obseruationibus Hassiacis, welche **Willebrord Snellius** α) zuerst herausgab, und auch beym **Lucius Barret** β).

Im Jahre 1675 reisete **Halley**, welcher damahls 21 Jahre alt war, auf Befehl des Königs, auf die Insel St. Helena, und beobachtete, mittelst eines Sextanten von 5½ englischen Fuß im Halbmesser, die Längen und Breiten der Sterne um den Südpol, woraus das erste Verzeichniß von 350 südlichen Sternen entstand γ).

Ein sehr vollständiges Fixsternverzeichniß hat **Hevel** δ) geliefert, in welchem **Tychon's**, das hessische, **Ulugh Beighs** und **Ptolemäus** Verzeichnisse neben einander stehen, und welches noch zwey neue aus eigenen Beobachtungen enthält. Von diesen zwey neuen trifft man in dem größern die Längen, Breiten, Aufsteigungen und Abweichungen von 1888 Sternen an, nämlich 950 von den alten, 603 von ihm zuerst beobachteten, und 335 von **Halley** beobachteten südlichen für das Jahr 1660; in dem kleinen aber nur die Längen und Breiten für 1700.

Der englische Astronom, **Johann Flamstead**, hat 33 Jahre hindurch zu **Grenwich** die allergenauesten Beobachtungen angestellet. Diese seine Beobachtungen erschienen

 zuerst

α) Coeli et siderum in eo errantium obseruationes Hassiacae, illustris principis *Wilhelmi*, Hassiae Landgrauii, auspiciis quondam institutae; et spicilegium biennale ex obseruationibus Bohemicis *Tychonis Brahe*, quibus accesserunt *I. Regiomontani* et *Bernhard. Waltheri* obseruationes Norimbergicae. Leide 1618. 4.

β) Historia coelestis. August. Vindel. 1666. fol.

γ) Catalogus stellarum australium s. supplementum catalogi Tychonici, exhibens longitudines et latitudines stellarum fixarum, quae prope polum antarcticum sitae in horizonte Vraniburgico *Tychoni* inconspicuae fuerunt, accurato calculo, ex distantiis supputatas, et ad an. 1677. completum correctas cum ipsis obseruationibus, in insula S. Helenae, summa cura et sextante satis magno de coelo depromtis, opus ab astronomis hactenus desideratum. Lond. 1679. 4. auch in Birchs erstem Jahre seiner ephemerid. motuum coelest. Lips. 1682. 4.

δ) Prodromus astronomiae et nouae tabulae solares, vna cum catalogo fixarum et firmamentum Sobiescianum. Gedani 1690. fol.

zuerst durch **Halley** [α]) im Jahre 1712 zu London, womit aber **Flamstead** nicht zufrieden war, und alle diejenigen Exemplare, die er habhaft werden konnte, aufkaufte, und sie, nach **Rosts** [β]) Nachricht verbrannte. Er besorgte von diesen seinen Beobachtungen eine neue Auflage, welche auch kurz nach seinem Tode öffentlich erschien [γ]). In dem dritten Tome dieses wichtigen Werkes sind die Fixsternverzeichnisse des **Ptolemäus, Ulugh Beigh, Tycho**, des **Landgrafen von Hessen-Cassel, Hevels**, und besonders des **Abrah. Scharp** Verzeichniß südlicher Sterne enthalten, worauf ein großes Verzeichniß von 3000 Sternen folget, worunter doch sehr viele nur durch Fernröhre gesehen werden können.

Aus den Beobachtungen, welche der Abt **de la Caille** zuerst in den Jahren 1740 bis 1750 zu Paris, und nachher auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung angestellet hatte, entstand auch ein sehr genaues Verzeichniß von 397 Sternen für das Jahr 1750, welches man in seinem Werke, welches jene Beobachtungen enthält, antrifft [δ]).

Auch aus den genauen Beobachtungen, welche **Bradley**, mittelst eines von **Graham** verfertigten Sektors, an den Fixsternen angestellet hatte, berechnete **Mason** für das Jahr 1760 ein Verzeichniß von 387 Sternen, welches zuerst im Nautical Almanac für 1773 erschien, nachher aber auch so, wie das Verzeichniß von **de la Caille**, in des **P. Hell** wiener Ephemeriden eingerückt worden ist.

Hevels, Flamstead's, de la Caille und **Bradley's** Verzeichnisse für Längen und Breiten, hat Herr **Bode** [ε]) mit vieler Mühe und großem Scharfsinn in eins zusammengezogen, und ein Sternverzeichniß von 3175 Sternen geliefert.

α) Historia coelestis Lond. 1712. To. II. fol.
β) Aufrichtiger Astronomus. Nürnberg 1727. 4. S. 334.
γ) Historia coelestis Britannica. Lond. 1725. To. III. fol.
δ) Astronomiae fundamenta nouissima, solis et stellarum obseruationibus stabilitata. Par. 1757. 4.
ε) Sammlung astronomischer Tafeln unter Aufsicht der königl. Akademie der Wissenschaften. Berlin 1776. III. Bände. gr. 8. I. Band S. 83 f.

liefert. Noch vollständiger hat nachher Herr **Bode** *) ein Verzeichniß der geraden Aufsteigungen und Abweichungen von 5058 Sternen aus den Beobachtungen eines **Flamstead's, Hevels, Tobias Mayers, de la Caille, Messier, le Monnier, Darquier** u. a. für das Jahr 1780 zusammengetragen. Es enthält dieses außerdem noch ein Verzeichniß von 280 der vornehmsten Fixsterne nach **Bradley** und **de la Caille** gleichfalls für 1780, in welchem die jährlichen Veränderungen der geraden Aufsteigungen und Abweichungen, imgleichen auch die Längen und Breiten angegeben sind.

Die Herren **Cassini** und **de la Lande** haben die Sternverzeichnisse ungemein verbessert. Durch Hülfe des sechsfüßigen Mauerquadranten der pariser Sternwarte, bestimmte **Cassini** die Abweichungen von 200 der vornehmsten Sterne, die sich in den extraits des observations astronomiques 1790. 1791 befinden; in der connoissance des tems für 1795 hat **Cassini** Abweichungen von 33 Sternen angegeben, welche mit dem neu eingeführten ganzen Kreise bestimmt, und der Angabe nach bey den meisten bis auf 1 Sekunde sicher sind. **De la Lande** hat ebenfalls mit dem $7\frac{1}{2}$ füßigen Quadranten der école militaire mit Beyhülfe seiner Verwandten, **le François** und **Lesne** auf 12000 Abweichungen und 8000 gerade Aufsteigungen von Sternen bestimmt, unter welchen mehrere kleine Sterne von 6ter, 7ter und 8ter Größe befindlich sind, welche man in der connoissance des tems für 1794 u. f. findet. **De la Lande** hat bey seinen Beobachtungen 110 in den ältern Verzeichnissen angegebene gänzlich vermißt.

Besonders merkwürdig sind diejenigen Sterne, welche im Thierkreise stehen, und **Zodiakalsterne** genannt werden, weil diese die einzigen sind, welche von den Planeten und von dem Monde bedecket werden können. Aus dieser Ursache

 hat

*) Vorstellung der Gestirne, nebst einem vollständigen Sternverzeichnisse, von J. E. Bode. Berlin u. Stralf. 1782. in kl. Landchartenformat.

hat man vorzüglich auf die Bestimmung ihrer Stellen vielen Fleiß angewendet, und eigene Sternverzeichnisse für sie bearbeitet. Ein solches Sternverzeichniß hat bereits **Flamstead** *) geliefert; und besonders hatte **Tobias Mayer** β) die Zodiakalsterne durch Hülfe des göttingischen Mauerquadranten einer sehr genauen Beobachtung unterworfen, und der königlichen Societät der Wissenschaften zu Göttingen im Jahre 1759 ein Verzeichniß von 998 Sternen im Thierkreise übergeben, welches aber erst nach seinem Tode ediret worden ist. Auch wird mit der Thierkreischarte, welche **Dheulland** im Jahre 1755 herausgab, zugleich ein in Kupfer gestochener Catalog der Zodiakalsterne in Oktavformat ausgegeben.

M. s. *Dav. Gregorii* astronomiae physicae et geometricae elementa. Genevae 1726. Tom. II. 4. To. I. lib. II. prop. 29. *Io. Friderici Weidleri* historia astronomiae. Vitembergae 1741. 4. an verschiedenen Stellen. **Kästners** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 4te Auflage. Astronomie.

Flamme (flamma, flamme) ist eigentlich nichts weiter als ein brennendes Gas oder ein brennender Dampf aus den verbrennlichen Körpern, welches in der atmosphärischen oder andern zur Erhaltung des Feuers dienlichen Luft in die Höhe steiget.

Die Erfahrung lehret, daß die entzündlichen Körper, wenn sie einer gewissen bestimmten Temperatur ausgesetzet werden, mit Flamme verbrennen. Diese ist gemeiniglich mit Dämpfen begleitet, welche da, wo jene aufhöret, sichtbar sind, und den so genannten **Rauch** ausmachen. Der Rauch besitzet neben der Flamme eine sehr starke Hitze, wird aber nach Absonderung von derselben, indem er in die Luft aufsteiget, bald kälter, und legt sich zum Theil selbst an kalte Körper

*) Catalogus stellarum 67, quas luna et planetae tegere possunt; in der histor. coelesti Britan. To. III.

β) Catalogus fixarum zodiacalium; in *Tob. Mayeri* opp. ineditis. Goett 1775. 4 maj. To. I. Num. V.

Körper, wenn welche zugegen sind. Wird einer Flamme ein anderer verbrennlicher Körper genähert, so fängt dieser an sich zu erhitzen, und geräth endlich selbst in eine Flamme. Die chemische Zergliederung zeiget, daß alle diejenigen Körper, welche mit Flamme verbrennen, entweder selbst flüchtig sind, oder flüchtige Bestandtheile haben, welche durch die Hitze entweder in Gas oder Dampf verwandelt werden. Eine geringere Hitze kann aber auch verursachen, daß Körper bloß verglimmen, welche sonst in stärkerer Hitze mit Flamme verbrennen würden; in einem solchen Falle war natürlich die Hitze nicht hinreichend, die verbrennlichen flüchtigen Theile mit fortzureißen oder sie in Gas zu verwandeln.

Der Grad der Hitze, welcher zur Erzeugung und Unterhaltung der Flamme erfordert wird, ist nach Hrn. **de Lüc** *) auf 650 Grad des fahrenheitischen Thermometers zu setzen, und wird von ihm die **brennende Wärme** genannt. Wird dieser Grad der Hitze auf irgend eine Art vermindert, so hört auch die Flamme auf.

Je mehr feuerbeständige Theile übrigens ein Körper besitzet, desto unmerklicher wird die Flamme, wie z. B. bey der Kohle, Asche und bey den mehresten Metallen. Denn diese scheinen sich ohne merkliche Flamme zu zersetzen und zu verzehren. Die ganz feuerbeständigen Körper, als z. B. reines Gold u. s., zeigen gar keine Flamme, sondern nur ein Glühen, wobey sie sich nicht verzehren, sondern ihre Glühehitze bald wieder verlieren. Ausgemacht bleibt es aber, daß alle wirklich brennende Körper mit Flamme brennen, und dadurch sich zuletzt verzehren. So zeigen z. B. mehrere Kohlen neben einander geleget und angeblasen, eine sehr merkliche Flamme, wenn sie gleich nur einzeln zu glühen scheinen. Andere brennbare Körper, als Holz, Schwefel, Oele, Weingeist und dergleichen, zeigen bey dem Verbrennen eine sehr lebhafte Flamme.

Wenn eine Flamme entstehen, und nachher unterhalten werden soll, so ist der Zugang der freyen Luft nothwendige

*) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 185.

Bedingung hierzu. Im luftleeren Raume kann die Flamme gar nicht fortdauern, und sie verlöscht auch, wenn nicht immer frische Luft abwechselnd zur Flamme kommen kann. Wenn unter eine gläserne Glocke eine brennende Kerze gebracht wird, so verlöscht die Flamme gar bald, und die Luft, welche mit der Kerze zugleich eingeschlossen wurde, erleidet, in Ansehung ihres Volumens, eine Verminderung, und ist nun zur Erhaltung einer andern in ihr gebrachten Flamme untauglich; daher verlöschen darin Lichter und brennende Kohlen sogleich. Diese Verminderung der atmosphärischen Luft rührt bloß daher, weil der ganz reine Theil derselben von der Flamme verzehret wird, und dieß ist auch die Ursache, warum nur beym beständigen Zufluß von atmosphärischer Luft die Flamme unterhalten werden kann, indem dadurch jeder Zeit die erste Bedingung der Ernährung der Flamme, nämlich ein gewisser Theil von reiner Luft, zugegen ist. Wenn die durch das Ausbrennen eines Lichtes verdorbene Luft gewisser Maßen noch zur Erhaltung des thierischen Lebens tauglich ist, so liegt der Grund darin, daß der ganze Antheil von Lebensluft durch die brennende Kerze nicht ist verzehret worden; enthielt sie gar keinen Theil Lebensluft mehr, so ist sie schlechterdings den Thieren tödtlich. Man sieht hieraus, daß die Famme durchs Anblasen, welches beständig unverdorbene Luft hinzuführet, vergrößert werde. Wenn man hingegen allzustark in die Flamme bläset, so wird dadurch zum Theil die nöthige Hitze allzuplötzlich und zu stark vermindert, zum Theil wird auch der Ausfluß des brennenden Dampfs durch den Druck der Luft gehemmet, und dadurch die Flamme zerstreuet, so daß sie verlöschen muß. Daraus fließt natürlich, daß alles dasjenige, was der Oberfläche der Flamme den Zutritt der atmosphärischen Luft raubet, die Flamme ersticken müsse, wie z. B. das Ueberschütten mit Erde, Sand, Wasser u. dergl. Beym Wasser aber insbesondere ist zu merken, daß eine kleine Quantität gut angewandt schon hinlänglich ist, die Flamme zu tödten. Es ist ganz wahrscheinlich, daß

daß die Flamme durch den Dampf des Wassers, welcher sich in dem Augenblicke bildet, wo man es auf die Flamme bringt, verlöschet wird. Denn die Verwandlung des Wassers in Dämpfe erfordert eine große Menge Hitze, so daß der nöthige Grad derselben zur Bildung der Flamme nicht mehr vorhanden ist, mithin diese verlöschen muß. Dieser Bildung des Dampfes ist es auch vorzüglich zu zuschreiben, daß bey starken Bränden Wasser in gehöriger Menge die Flamme derselben tilge. Dieses Gesagte wird vorzüglich durch neuere Versuche des Herrn **van Marum** *) bestätiget. Er nahm zwey gewöhnliche Theertonnen, denen man eine kegelförmige Gestalt gegeben hatte, damit sie desto besser brennen sollten, welche oben 20 Zoll und unten 16 Zoll weit und an beyden Enden offen waren, diese wurden nahe aneinander mit dem weiten Ende nach oben aufgestellet. Man bestrich diese Theertonnen außer dem Theer, welcher schon an den Tonnen hängen bleibt, inwendig reichlich mit Theer, stellte sie etwas erhaben über dem Boden auf drey Steine, so daß die Luft frey durch dieselben streichen konnte. In eine von diesen Tonnen wurde eine Hand voll Späne geworfen, und dadurch angezündet. Hierdurch gerieth die ganze Tonne inwendig sehr schnell in Brand, daß die Flamme mehrere Fuß über dieselbe aufstieg. Herr **van Marum** band einen Löffel, welcher zwey Unzen Wasser faßte, an einen langen Stiel, weil die Hitze so stark war, daß man bis auf 4 und 5 Fuß dem brennenden Körper nicht nahe kommen konnte. Er ließ nun das Wasser an der inwendigen Seite der Tonne herunterlaufen, und man bemerkte gleich, daß der Brand merklich nachließ, und fast an den Seiten der Tonne, wo das Wasser hingekommen war, gelöscht war. Der zweyte Löffel voll, welcher an der andern Seite der Tonne ausgegossen wurde, löschte den Brand so stark, daß die Flamme sich nur noch sehr wenig über die Tonne erhob. Der dritte Löffel voll löschte vollends den Rest des Brandes. Daß die schnelle Löschung nicht etwa davon

*) Gren neues Journal der Physik. B. III. S. 144 u. f.

davon herrührte, weil der Theer größtentheils schon verbrannt seyn mochte, zeigte ihm folgender Versuch; er warf von neuem brennende Späne in die Tonne, um das Wasser, welches in die Tonne gegossen war, zu verflüchtigen, und nun braunte die Tonne wieder eben so fort, als vor der ersten Löschung. Hierauf wurden die brennenden Späne unten unter der Tonne weggenommen, und dieser starke Brand wurde durch zwey Löffel voll Wasser gelöschet. Bey einer zweyten Wiederhohlung dieses Versuchs gelang es dem Herrn **van Marum**, einen einzigen Löffel von zwey Unzen Wassers so gut über die innere Seite der Tonne zu vertheilen, daß der Brand, welcher eben so heftig war, als die vorigen Mahle, gelöscht wurde. Dieser letzte Versuch bestätigte also hinlänglich, daß die große Kraft des Wassers zur Löschung eines starken Brandes vorzüglich der schnellen Verwandlung derselben in Dampf zu zuschreiben sey. Der Dampf, welcher in dem Augenblicke, als er sich erzeugte, die Tonne anfüllte, dämpfte nicht allein die Flamme an den Stellen, wo das Wasser hintraf, sondern verminderte augenblicklich die Flamme an allen andern Stellen der Tonne.

Ich nehme hier zugleich Gelegenheit, die weitern Versuche des Herrn **van Marums**, über die Löschung des Feuers, kürzlich zu beschreiben, indem sie nicht allein belehrend, sondern auch für das Wohl der Menschheit gleich nützlich sind [*]). Auf dem bey Haarlem gelegenen **Harmen Jansens** Felde ließ der Herr **van Marum** eine Hütte von trockenem alten Holze aufschlagen, wie eine große Stube, nämlich 24 Fuß lang, 20 Fuß breit und 14 Fuß hoch. An der Südostseite waren zwey Thüren, und an der Südwestseite zwey Oeffnungen, wie große Fenster. Oben auf der Hütte lagen drey Bündel mit Spänen, welche mit Stricken an einen runden Pfahl gebunden waren, welcher 27 Fuß hoch über der Erde stand. Damit aber diese Hütte desto besser auflodern möchte, war sie oben offen, auch stand sie einen halben Fuß über der Erde, um durch den Durchzug der Luft

*) Gren neues Journal der Physik. B. IV. S. 158 f.

Luft den Brand desto stärker anzufachen. Die innere Seite war rund herum ganz mit Theer bestrichen, und mit Matten von Schilf 10 Fuß hoch überkleidet. Diese Matten waren auch kurz vor der Anzündung von oben bis unten reichlich mit Theer bestrichen, und unten an denselben waren Hobelspäne befestiget. Mit dieser so eingerichteten Hütte machte er den ersten Versuch am 8ten May 1797 in Gegenwart der Direktoren der teylerischen Stiftung und anderer Zuschauer. Es war damahls ein so starker Wind, daß die Mühlen mit halbem Seegel herumgingen. Als nun die Hobelspäne rund herum angesteckt waren, standen die betheerten Schilfmatten bald in vollen Flammen. Das Feuer, welches durch den Wind nicht wenig angeblasen wurde, war so heftig, daß die Zuschauer allgemein dachten, und viele derselben auch ausriefen, es sey nicht möglich dieses Feuer zu löschen. Als nun das Schilf verbrannt war, stand das Holz an der innern Seite rund herum in vollen Flammen. Der Wind jagte auch die Flammen durch die Ritzen zwischen den Bretern der Süd-Ostseite, so daß diese Seite der Hütte auch von außen größtentheils brannte. Darauf ließ der Herr **van Marum** eine kleine Handspritze vor der Thüre nahe bey der Nordecke der Hütte in Bewegung setzen. Er selbst stellte sich vor diese Thüre hin, so nahe als die Hitze des Feuers solches zuließ, und brachte den Wasserstrahl zuerst auf die Nordostseite, so nahe bey der Thür als es anging, und leitete denselben, sobald die Flamme an der durch das Wasser befeuchteten Stelle gelöscht war, längs dieser Seite fort, hernach längs der Nord-Westseite und der Süd-Westseite. Ehe das Becken der Spritze, welches drey Eymer Wasser enthielt, ledig war, waren diese drey Seiten gelöscht. Man stellte auch eine solche Spritze vor eine der gemeldeten Oeffnungen der Süd-Westseite, und hiermit löschte man in sehr kurzer Zeit die Süd-Ostseite; dieß hätte auch durch die nämliche Spritze, womit die erst gemeldeten Seiten gelöscht waren, geschehen können; doch die Furcht der Helfer machte, daß man eine andere Spritze ergriff, welche

welche aus Vorsorge bey der Hand war. Mit ungefähr 5 Eimer Wasser war dieser heftige Brand so weit gelöschet, daß jetzt nur noch hier und da zwischen den Ritzen der Breter und in den Spalten und Speicherlöchern des alten Holzes einiges Feuer gesehen wurde, welches, durch den Wind angeblasen, an verschiedenen Stellen auch wieder kleine Flammen erweckte. Man hatte jetzt Zeit, alles, was noch glimmte, zu löschen, und man bediente sich dazu der nämlichen Spritzen.

Der zweyte Versuch geschah den 11ten May, Nachmittags um 5 Uhr in Gegenwart vieler 100 Personen. Die Hütte war nach dem Verstopfen der Ritzen zwischen den Bretern, die durch den vorigen Brand an einigen Stellen sehr vergrößert waren, jetzt wieder auf gleiche Art eingerichtet, als beym ersten Versuche. Das Holz war nämlich erst von neuen mit Theer bestrichen, darauf an allen Seiten mit Schilfmatten bekleidet, die kurz vor dem Versuche reichlich mit Theer bestrichen, und unten mit Holzspänen versehen waren. Die Anzündung geschah wieder gleichzeitig von allen Seiten, so daß die Hütte sehr schnell inwendig rund herum in vollen Flammen stand. Die Flamme stieg verschiedene Fuß hoch über den Pfahl. Als die Hütte schon 4 Minuten gebrannt hatte, begann Herr **van Marum** auf gleiche Art, wie beym vorigen Versuche, durch die Thüre nahe bey der Nordseite die Nordostseite zu löschen. Hierauf stellte man die Spritze vor die Thüre nahe bey die Westecke, und nun löschte er die Süd-Westseite. Zuletzt stellte er die Spritze in die Hütte selbst, das wenige, was von der Flamme in einigen Ecken und Ritzen übrig blieb, zu löschen. Dieser Brand war in drey Minuten so weit gelöscht, daß das Holz nur noch hier und da glimmte, und an einzelnen Stellen zwischen den Ritzen wieder einige Flammen faßte, welches aber alles durch eine nasse an einen Stock gesteckte Friesdecke und durch eine gewöhnliche Gießkanne gedämpft wurde. Dieser ganze Brand wurde mit drey Eimer Wasser gelöscht, außer dem, was nachher zur Ausdämpfung der Gluth gebrauchet wurde.

Die

Die erste Veranlassung zu diesen Versuchen gab das im Jahre 1794 bekannt gewordene schwedische Löschungsmittel, welches Herr **van Marum** im Jahre 1795 in Vergleichung mit dem Wasser versuchte. Er fand, daß er mit einer geringen Quantität Wasser, welches wohl angewendet wird, die Flamme der brennbarsten Materien löschen könne, und daß er durchgehends hierzu eine größere Quantität der schwedischen Löschungsfeuchtigkeit als vom gewöhnlichen Wasser nöthig habe.

Diese Versuche haben den Herrn **van Marum** nun gelehret, daß, um bey jedem Brande die Flamme aufzuhalten, man nur die Oberfläche der brennenden Sache an der Stelle, wo die Flamme auflodert, zu befeuchten braucht; auch haben sie zugleich gelehret, daß nur so viel Wasser, als hierzu erfordert wird, auch in jedem Falle hinlänglich ist, die Flamme zu löschen, wenn nur das Befeuchten der brennenden Stelle ordentlich geschiehet. Daher muß man beym Spritzen vorzüglich hierauf Acht haben. Denn hat man darauf keine Aufmerksamkeit, so verdampfet die Hitze der hier und da noch gebliebenen Flamme schnell das Wasser, womit das gelöschte Holz angefeuchtet ist, und dieß geräth dann wieder aufs neue in Brand.

Aus dieser allgemeinen Regel ist es nun leicht abzunehmen, was man in jedem Falle zu thun hat, um durch eine kleine oder tragbare gewöhnliche Brandspritze aufs schleunigste die Flamme zu löschen: 1) wenn sich der Brand nur erst über ein einzelnes Zimmer erstreckt, so stelle man die Spritze vor die Thüre oder vor ein offenes oder zerbrochenes Fenster des Zimmers, und nun bespritze man erst denjenigen Theil, welcher am nächsten bey der Thüre oder dem Fenster ist, wodurch die Spritze gehet, und so bald die Flamme an der vom Wasser berührten Stelle erlöscht, so muß man in der größten Geschwindigkeit die nächsten Theile bespritzen, und auf solche Art den Strahl im Zimmer fortleiten, daß keine brennende Stellen zwischen den gelöschten übrig bleiben. So bald man nun den Strahl auf diese Art so weit

im

im Zimmer herumgeleitet hat, als beym Stande der Spritze geschehen kann, so bringe man die Spritze vor ein anderes Fenster oder Oeffnung des Zimmers, und man bespritze wieder so alles, was man mit dem Strahl erreichen kann. Auf diese Art dämpft man das Feuer beynahe so weit, daß man die Spritze in das Zimmer tragen kann. So bald dieß angehet, so wird man in einem Augenblicke alles, was noch brennt oder glimmt, auslöschen können. In manchen Fällen kann man durch den Rauch oder Dampf gehindert werden, sich in oder sehr nahe bey der Thür des brennenden Zimmers zu stellen; in diesem Falle muß man durch schleuniges Oeffnen oder Ausbrechen der Fenster dem Rauche einen Ausgang verschaffen. Je höher die Oeffnung gemacht wird, desto besser wird der Rauch herausziehen. 2) Wenn das Feuer sich nicht mehr über das Zimmer oder die Stelle erstrecket, wo es entstanden, sondern schon in das obere Stock gedrungen ist, muß man mit der tragbaren Spritze das Löschen da anfangen, wo das Feuer seinen Ursprung genommen hat, um hernach zu den obern Theilen des Brandes fortzugehen. Jeder Brand wird allezeit am schnellsten gelöschet werden, wenn man von unten anfängt; denn sonst wird oft das, was oben an einem Gebäude gelöscht ist, durch die Flammen, die aus den niedrigern Theilen aufsteigen, von neuen wieder angezündet. 3) Wenn auch das Feuer sich zur Seite weiter ausgebreitet hat, als die Stelle, wo es entstanden ist, so muß man da zu löschen anfangen, wo die Flamme an heftigsten ist, und allezeit da, wo die stärkste Gluth ist, gerade zu hineinspritzen, so daß das Wasser immer das berühre, woraus die Flamme hervorkömmt. Nie sollte man sich durch die Heftigkeit des Feuers abschrecken lassen.

Wenn die Flamme schon so weit um sich gegriffen hat, daß es ganz unmöglich ist, sich mit einer tragbaren Spritze derselben zu nähern oder wenn ein ganzes Gebäude in völligen Flammen stehet, so muß man alsdann die gewöhnlichen großen Spritzen gebrauchen, und hierbey wird man folgen-

des

des zu beherzigen haben, was aus den Versuchen des Herrn **van Marums** unmittelbar folget: 1) daß kein Feuer, von welchen brennbaren Materien es auch entstanden seyn möge, als unlöschbar zu betrachten sey; daß man deßwegen nie das, was ein Mahl brennt, muß brennen lassen, und daß man also nie die Spritzen allein zur Beschützung der nächsten Gebäude gebrauchen muß, wie es aus dem schädlichen Vorurtheil der Unlöschbarkeit bey einem heftigen Brande oft geschehen ist, 2) daß man damit anfangen muß, gerade in die stärkste Gluth zu spritzen, und daß man immer das Wasser zuerst dahin bringen muß, wo die stärksten Flammen hervorlodern, und daß man hierauf, wie schon gesagt worden, nach der Ordnung fortfahre, 3) daß man mit dem Löschen so viel als möglich von unten anfange.

Was die tragbaren Spritzen noch anlangt, so müssen sie folgende Erfordernisse haben, 1) müssen sie durch einen Mann getragen und regieret werden können, 2) müssen sie einen anhaltenden Strahl geben durch ein Spritzenloch von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser, 3) muß dadurch das Wasser zur Höhe und in eine Entfernung von 40 Fuß gebracht werden können.

Mit einem vorzüglich lebhaften Glanze brennt eine jede Flamme in derjenigen Luftart, welche unter dem Nahmen Lebensluft genugsam bekannt ist. Brennende Kerzen leuchten in selbiger auf 6 bis 7 Mahl länger als in der atmosphärischen Luft. Phosphor, Kampfer und andere leicht entzündbare Materien brennen in ihr mit einem Glanze, welcher die Augen blendet. Dünner glühender Eisendrath schmelzt und brennt darin wie Schwefelfaden, ein glimmender Span bricht in lichte Flammen aus, und glühende Kohlen werfen viele Funken mit Knistern um sich herum.

Es gibt aber große Unterschiede in der Flamme der verschiedenen brennbaren Materien. Die Flamme reißt nämlich meistentheils durch die expansive Kraft mechanisch fremdartige Theile mit fort, welche den eigentlichen Rauch ausmachen, der sich größtentheils an Körper unter dem Nah-

men **Ruß** anleget. Vorzüglich bemerkbar ist dieser Rauch und der abgesetzte Ruß bey brennenden Oelen oder öligen Körpern. Auch sondert sich aus der Flamme der meisten Körper eine wässerige Feuchtigkeit ab. Ferner lehret die Erfahrung, daß die Flamme der verschiedenen Körper auch verschieden ist. So brennt z. B. der Weingeist mit einer bläulichen Flamme, Kupfer mit einer grünen, Zink mit einer blendend weißgelblichen, die Auflösung der salzigsauren Strontionerde im Alcohol mit einer rothen Flamme u. s. f.

Verschiedene brennbare Materien nehmen den Grad der Hitze, welcher zur Ausbrechung der Flamme erforderlich ist, so geschwind an, daß ihre Oberflächen durch ihre eigene Flamme beständig den zum Brennen nöthigen Grad der Hitze schnell genug erhalten können. So brennt z. B. entzündeter Weingeist beständig fort, bis er sich völlig verzehret hat, ohne ihn weiter zu erhitzen. Andere brennbare Materien hingegen erhitzen sich weit langsamer, und erhalten an der Oberfläche den zum Brennen nöthigen Grad der Hitze zu spät, um eine ununterbrochene Flamme zu erhalten, wie z. B. Oel, Talg, Wachs u. d. g. Daher sind auch bey Lampen und Kerzen Dochte nöthig, in deren ganz feinen Röhrchen das Oel, oder der geschmolzene Talg oder das Wachs hinaufsteiget, durch die Hitze in feine Theilchen getheilet wird, und so der Flamme Nahrung gibt. Könnte eine große Menge von Oel auf einmahl zufließen, so würde diese die Hitze vielmehr vermindern und zuletzt die Flamme verlöschen, weil sie nicht so geschwind stark genug erhitzt werden könnte. Die Flamme steht auch bey einer Kerze immer nur an der Spitze des Dochtes und etwas über der Oberfläche des Talges, weil diese diejenige Hitze zu erhalten nicht vermag, daß sie selbst brennen kann. Man sieht also hieraus, daß der Docht bey einem Lichte oder bey einer Kerze ein wesentliches Stück ist. Da aber dieses theils sich selbst verzehret, theils aber auch zur Unterhaltung der Flamme ganz untauglich wird, wenn die Röhrchen desselben durch Unreinigkeiten verstopft sind, so daß keine öligen Theile mehr aufsteigen können, so sieht man hieraus die

Unmög-

Unmöglichkeit eines ewigen Dochtes; noch vielmehr aber erhellet die Thorheit eines ewigen Lichtes, welches gar keine Nahrung gebrauchet, wie solches den Alten bekannt gewesen seyn soll.

In der freyen Luft steigt die Flamme in die Höhe, und nimmt dabey gemeiniglich eine konische Gestalt an, wobey sie sich sehr beträchtlich verlängert, wenn man sie mit einem engen Ringe umgibt, oder mit einer engen Glasröhre von 7 bis 8 Linien Durchmesser auffängt. Auch zeigt sich die Verlängerung, wenn die Flammen zweyer Kerzen in Berührung zusammengebracht werden.

Die Alten hielten die Flamme mit dem Feuer für einerley, und gedachten sich selbige als einen elementarischen Stoff. So glaubten die Peripatetiker, daß die Flamme und das Feuer aus dem brennenden Körper als eine elementarische Substanz herausginge. Ob man nun gleich im gemeinen Leben unter dem Worte Feuer meistentheils das Küchenfeuer sich denket, und mithin Feuer und Flamme für identisch hält, so muß man doch im wissenschaftlichen Vortrage Feuer und Flamme wohl von einander unterscheiden. Schon **van Helmont** [α]) betrachtete die Flamme als einen Zustand, in welchen die Theile des brennenden Körpers gerathen, und nahm das Feuer als ein Mittelding zwischen Substanz und Eigenschaft an.

Cartesius [β]) hält das Feuer für die Form, welche die groben erdigen Theile annehmen, wenn sie einzeln der Bewegung der feinen Materie oder des ersten Elementes folgen. So ist nach ihm die Lichtflamme ein Ausfluß von öligen Theilchen, welche durch diese feine Materie mit fortgerissen, und daher in eine schnelle Bewegung versetzet werden. Weil sich nun diese feine Materie von der Erde zu entfernen strebt, so entsteht daraus das Aufsteigen der Flamme in der Luft. Die Gestalt des zweyten Elementes und die erdigen Theile der Luft, welche die Stelle der Flamme einnehmen

 wollen,

α) Opera omnia. Francof. 1707. 4. p. 120. de formarum ortu §. 24.
β) Principia philosophiae. P. IV. §. 80 sq.

wollen, würden aber diese sogleich auslöschen, wenn nicht di
öligen und erdigen Theile aus dem Dochte der Lampe jene
Theilen entgegen wirkten. Vermöge dieses Widerstande
wird aber die Flamme in der Höhe mehr geschwächt, un
eben daher rührt die spitzige Gestalt der Flamme. Da nu
nach **Cartesius** kein leerer Raum in der Welt anzutreffe
ist, so muß auch die Luft, welche durch den Dampf und durc
die Flamme aus der Stelle getrieben wird, durch eine kreis
förmige Bewegung an die Oberfläche der Flamme und a
den untern Theil des Dochtes herabgehen, und dadurch d
öligen Theile des Lichtes gleichsam in die Höhe pressen, u
der Flamme auf diese Art Nahrung zu verschaffen.

Die gemeinste und gewöhnlichste Meinung der mehreste
Naturforscher und Chemiker von der Flamme, ist diese g
wesen, daß man unter selbiger den entzündeten und glühe
den Dampf, welcher aus dem brennenden Körper in die Hö
steiget, und von der Hitze entzündet wird, verstanden hat. S
verschiedene Begriffe man sich auch von dem Feuer und de
Verbrennen der verbrennlichen Körper gemacht hat, so i
man doch in dieser Meinung beständig einig gewesen. Di
Meinung wird von **Newton** α) in seiner Optik als ei
Frage vorgetragen, wobey er das Feuer als eine schwingen
Bewegung der Theile des brennenden Körpers hält. I
der hierher gehörigen Frage drückt er sich so aus: annc
flamma vapor est, fumus s. exhalatio candefacta, h
calefacta vsque eo, vt lumen emittat? corpora eni
flammam non concipiunt, nisi emittant fumum copi
sum, qui porro fumus ardet in flamma. Auch ande
Naturforscher und Chemiker, welche das Feuer als etw
wirklich materielles annehmen, sind dieser Meinung zu
than, wie z. B. **Boerhaave** β), **Musschenbroek** γ
Nollet δ) und andere. Der Abt **Nollet** erkläret hiera

α) Optice, lat. redd. *Clarke.* Lond. 1706. 4. p. 294.
β) Elementa chymiae. Sect. de igne.
γ) Introductio ad philosoph. natural. To. II. §. 1645.
δ) Leçons de physique. To. IV. p. 471 sq.

die kegelförmige Gestalt der Flamme auf folgende Art: die Dämpfe, folglich auch die brennenden, oder die Flamme, würden ohne äußere Gegenwirkung sich völlig kugelförmig ausbreiten; die umgebende Luft aber, in welcher die Flamme nach hydrostatischen Gesetzen vertikal aufsteigen muß, verursachet durch ihren Seitendruck, daß sich die kugelförmige Gestalt in eine cylindrische verwandele. Die Dämpfe erstrecken sich nun viel weiter in die Höhe, als wir die Flamme sehen, durch Abkühlung der äußern Luft brennen sie nur nicht mehr. Diese Erkältung fängt sich an den äußern Theilen an, indem der Kern oder die Axe der Flamme die Glühehitze am längsten behält. Hieraus folgt also, daß die äußern Theile der Flamme nach oben zu immer mehr verlöschen, und die cylindrische Form muß sich nach oben zu immer weiter gegen die Axe zu zusammenziehen, woraus eben die kegelförmige Form der Axe herrühret. Daraus ließe sich nun auch erklären, warum sich die Flamme verlängern müsse, wenn man sie in einen engen Ring oder in eine enge gläserne Röhre einschließet, oder wenn man zwey Flammen aneinander bringt; denn im ersten Falle können sich die brennenden äußern Dämpfe nicht so geschwind erkalten, und im andern Falle werden die schon erkalteten und verloschenen Dämpfe wieder angezündet.

So viele Erscheinungen sich auch aus dieser angeführten Meinung über die Flamme sehr leicht erklären lassen, so läßt sich daraus doch nicht einsehen, warum zur Erzeugung und zur Erhaltung der Flamme der Zugang der freyen unverdorbenen Luft als nothwendige Bedingung angenommen werden muß. Herr **Erxleben** *) saget zwar, man wisse gegenwärtig mit Gewißheit, daß die Luft der Flamme den Dienst leiste, daß sie das Wässerige und andere Theile, welche sich etwa mit in der Flamme befinden, und selbst zur Bildung derselben nichts beytragen können, auflösen und fortführen muß, damit diese Theile die Flamme nicht auslöschen. Vielleicht müsse aber auch die Luft die Theile der Flamme selbst bey einander halten, damit sie sich nicht zerstreuen, ohne

*) Anfangsgründe der Naturwissenschaft §. 442.

eine Flamme zu bilden. Hieraus ließe sich auch begreifen, warum in der Kälte eine Flamme lebhafter brenne, als in der Hitze. Allein Herr **Lichtenberg** erinnert hierbey mit Recht: fixe Luft oder phlogistische oder inflammable Luft u. s. f. würde die Flamme eben so gut zusammenhalten und die wässerigen Theile fortführen, als die atmosphärische, und dennoch verlöscht ein Licht in denselben augenblicklich. In den neuern Zeiten hat man darauf mehr Rücksicht genommen, und alles weit natürlicher und einfacher aus wirklichen Thatsachen erkläret, wovon nachher mit mehreren geredet werden soll.

Stahl [α]) that zuerst dar, daß wässerige Theile bey der Flamme anzutreffen wären, und behauptet, daß diejenigen Körper, welche kein Wasser enthalten, auch nicht in Flamme gerathen könnten, oder wenn sie nicht wässerige Feuchtigkeit aus der Luft an sich ziehen könnten, oder mit Wasser, welches in sehr feine Theile oder Dämpfe verwandelt seyn müsse, versehen würden. So brennen, nach ihm, Kohlen mit Flamme, wenn sie Feuchtigkeit aus der Luft an sich ziehen. Dieses hat **Pott** [β]) durch neue Versuche noch mehr zu bestätigen gesucht. Wenn das Bild einer Lichtflamme in einem verfinsterten Zimmer aufgefangen wird, so zeigt sich um selbige eine Art von Atmosphäre, welche größtentheils aus wässerigen Theilen bestehet. Diese Atmosphäre ist desto größer, und die Flamme desto breiter, je mehr Wasser der brennbare Körper enthält. Auch wird durch Versuche mit der Dampfkugel bestätiget, daß der Wasserdampf gegen glühende Kohlen geblasen, die Hitze derselben ungemein vergrößert, wovon auch Herr **Klipstein** [γ]) zur Verstärkung der Hitze durch das Gebläse Gebrauch gemacht hat. So wichtig aber diese Versuche sind, so ist doch noch nicht ausgemacht, ob nicht Luftverwandlungen, und welche dabey

vorgehen

α) Experimenta, obseruationes et animadv. CCC. Berol. 1731. 8. §. 81.
β) Vom Licht und Feuer in der Lithogeognosie. Berlin. 1746. 4.
γ) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik u. Naturg. B. III. St. 2. S. 169.

vorgehen, wenn Wasserdämpfe gegen glühende Kohlen geblasen werden. Selbst fixe Luft gegen eine Lichtflamme scharf geblasen, löscht dieselbe nicht aus, indem dadurch, nach Herrn **Lichtenbergs** Vermuthung, ein Zug in der atmosphärischen Luft nach der Flamme hin bewirkt wird, der hinreichend ist, sie zu unterhalten.

Im Jahre 1738 wurde von der Akademie der Wissenschaften zu Berlin der Preis über die Frage von der Natur und Fortpflanzung des Feuers, unter die drey Schriftsteller, **Euler**, **P. Lozeran de Fiesc** und dem Grafen **von Crequy**, von welchen Schriften eingelaufen waren, vertheilet. Ihre Theorien aber sind auf Hypothesen gebauet, welche auf gar keine Erfahrung sich stützen. **Euler** [α]) versteht unter der Flamme einen mit der Feuermaterie angefüllten Raum. Nach seiner Hypothese müßte aber diese Materie durch die Explosion, in welcher das Feuer bestehet, mit Gewalt zerstreuet werden, daher nimmt er an, daß der Aether durch seine Elasticität diese Feuermaterie in der Gestalt der Flamme zusammenhalte, und durch seine beständige Erschütterung dabey das Leuchten verursache. Nach der Meinung des **P. Lozeran de Friesc** [β]), ist Rauch, Feuer und Flamme nicht verschieden; sie bestehen aus flüchtigen Salzen, Schwefel, Luft und Aether, und sind mehrentheils mit sehr fein zertrennten und im Wirbel bewegten wässerigen, erdigen und metallischen Theilen vermischt. Nur im Rauche ist die Bewegung nicht so schnell, als im Feuer und in der Flamme. Der Graf **Crequy** [γ]) hält Feuer und Flamme für die Auflösung der Körper durch den doppelten Strom einer unsichtbaren Materie, welche ihre Bewegung den Körpern mittheilet, so oft sich ihre beyden Ströme nicht diametral durchdringen können.

Nachdem die Natur der brennbaren Luft genauer untersuchet wurde, so kam man durch verschiedene Versuche auf

 den

α) Diss. de igne §. 24. im recueil des pièces, qui ont remportés le prix de l'Acad. roy. an. 1738.

β) Discours sur la propagation du feu; auch im recueil etc.

γ) Explication de la nature du feu; ebens. im recueil etc.

den Gedanken, daß die Flamme der entzündeten Körper nichts weiter sey, als eine entzündete Mischung brennbarer und reiner Luft, wovon jene aus dem brennbaren Körper, und diese aus der atmosphärischen Luft kömmt. Diese Muthmaßung hatte zuerst Herr **Volta** [α]). Vermöge der Natur der brennbaren Luft kann diese mit Ausschluß der atmosphärischen oder dephlogistisirten Luft in keinem bleibenden Zustande der Verbrennung beharren; daher erkläret es sich ganz ungezwungen, warum der Zutritt der atmosphärischen Luft zur Unterhaltung der Flamme nothwendig erfordert wird, und warum die reine Luft derselben zur Erzeugung und Erhaltung so sehr vortheilhaft ist. Weil ferner nach den Beobachtungen der Herrn **Cavendish**, **Watt**, **Lavoisier** und **la Place**, die Mischung von brennbarer und atmosphärischer Luft durch die Abbrennung in Wasser verwandelt wird, so ist auch hieraus begreiflich, warum selbst die reinsten Flammen so viel Wasser geben, daß es sich durch einen über der Flamme angebrachten Helm auffangen läßt. Streitig ist hierbey nur noch, ob das Wasser aus Bestandtheilen der zersetzten Luftarten erzeuget, oder ob es aus den Luftarten selbst nur ausgeschieden werde.

Nach der Theorie, welche **Scheele** vom Feuer entworfen hat [β]), ist die Materie der Hitze eine Zusammensetzung vom Brennbaren und reiner Luft, welche durch seine Anziehung aus dem brennenden Körper immer mehr Brennbares entwickelt, und hierdurch immer mehr Intensität erhält. Zuletzt verwandelt sich die mit Brennbaren übersättigte reine Luft in Licht und brennbare Luft, und hieraus läßt sich die Entstehung der Flamme, nach **Volta's** Meinung, sehr leicht ableiten.

α) Lettere sull' aria nativa delle paludi. Como 1776. 8. Briefe über die natürlich entstehende entzündbare Sumpfluft, a. d. Italiän. Winterthur 1778. 8.

β) Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer. Upsala und Leipz. 1777. 8.

Crawford hat über die Natur der Flamme gar nichts Bestimmtes angegeben. **Richard Kirwan** [a]) aber hat die Theorie des Herrn **Crawford** mehr zu erläutern und darzuthun gesucht, daß das Brennbare bey der Verbrennung in die Gestalt eines luftförmigen Stoffs entwickelt werde, und eigentlich nichts weiter sey, als eine von fremdartigen Stoffen gereinigte brennbare Luft. Nach **Crawford** wird nun die Verbrennung durch eine doppelte Verwandtschaft bewirket, nämlich auf der einen Seite zwischen Feuermaterie und dem brennenden Körper, und auf der andern zwischen dem Brennbaren und Luft: folglich muß alsdann das luftförmig entbundene Brennbare sich mit der atmosphärischen Luft verbinden, welche Mischung durch den Ueberschuß der aus der Luft geschiedenen Wärme, die der brennende Körper nicht ganz aufnehmen kann, entzündet wird, daß mithin auch nach dieser Theorie die Flamme gar wohl als eine entzündete Mischung vom Brennbaren oder brennbarer Luft und reiner Luft betrachtet werden kann.

Herr **de Lüc** [b]) unterscheidet bey Entstehung der Flamme vorzüglich zwey Fälle. Bey dem ersten wird die zur Verbrennung erforderliche reine Luft nicht zerstört, sondern allein durch fixe Luft vermittelst Umwandlung oder Unterschiebung ersetzet. Dieß erfolget z. B. bey der Verbrennung der Kohle, und anderer bloß glühender Körper, auch zum Theil bey den gemeinen Lampen und Kerzen, und überhaupt bey den schwach mattbrennenden Flammen. In diesem Falle scheint die Verrichtung der dephlogistisirten Luft bloß diese zu seyn, daß sie nur die schwere Substanz, welche sich aus dem brennenden Körper entwickelt, und einen Bestandtheil der brennbaren Luft ausmachet, aufnimmt. Diese schwere Substanz ist nach Herrn **de Lüc** das so genannte Phlogiston der Chymiker, welches das Feuer bildet, ohne daß dabey brennbare Luft ent-

a) Experim. and obſervat. on the ſpecific gravities and attractive powers, of various ſal. ſubſtances etc. Lond. 1781. 4. Verſuche und Beobachtungen über die Salze und die neuentdeckte Natur des Phlogiſton, a. d. Engl. von Crell. Berl. u. Stett. 1783. 8.

b) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 180 u. f.

wickelt wird. Hierdurch verwandelt sich die Luft auf eine noch sehr dunkele Art in fixe Luft. Es kömmt also das bemerkte Feuer nicht aus der Luft, sondern ganz allein aus dem brennenden Körper. Da nun noch außerdem die fixe Luft zu schwer ist, und daher durch die Wärme nicht so leicht erhoben werden kann, wodurch der Zufluß anderer reiner Luft merklich verhindert wird, so erhellet hieraus die weit geringere Menge Feuer. Was den zweyten Fall betrifft, so wird die dephlogistisirte Luft durch wirkliche Verbrennung dadurch zersetzt, daß sich die aus dem brennbaren Körper wirklich entwickelte brennbare Luft mit der dephlogistisirten vermischt. Dieß geschieht bey der Verbrennung des Phosphors, und überhaupt bey lebhaftern Flammen. Bey diesem Falle kömmt also das Feuer nicht allein aus dem verbrennlichen Körper, sondern aus der Zersetzung der Luft wird auch ein sehr großer Theil frey. Es entsteht daher auch eine sehr große Hitze; der nöthige Grad der brennenden Wärme ist bey der Vermischung der brennbaren und der dephlogistisirten Luft vorhanden, sie zersetzen sich, und verwandeln sich in einen mit freyem Feuer überladenen Wasserdunst. Die Flamme ist dieser Dunst selbst, und ihr Glanz rührt von der Zersetzung von einem Theile des freyen Feuers her, welcher desto stärker ist, je größer die Dichtigkeit des freyen Feuers ist. Nachdem der Wasserdunst sein Feuer an dem Orte, welchen die Flamme anzeigt, fahren gelassen hat; so vermischt er sich mit der obern Luft, und erhebt sich schnell mit ihr; daher folgt ihr die untere Luft mit eben der Schnelligkeit um die Flamme herum nach, und erneuert also dieselben Wirkungen. Man kann folglich auch nach dieser Theorie die Flamme als eine entzündete Mischung von brennbarer und dephlogistisirter Luft erklären.

Nach den neuesten Erfahrungen ist wohl die Flamme in den bisher bekannten Fällen der Zersetzung der Luftarten zu zuschreiben. Bey dieser Zersetzung wird nämlich Wärme und Licht frey. Dieser Theorie widersprechen auch die Versuche der holländischen Gelehrten nicht, welche in mephitischen Luftarten auch ohne Zersetzung derselben und selbst im

luftleeren

luftleeren Raume Entzündungen hervorgebracht haben wollen. Deutsche Chymiker, welche diese Versuche wiederhohlet haben, bemerkten dabey keine Flamme, nur Glühen. M. s. den Artikel **Verbrennung.** Gesetzt aber auch, es fände hierin eine wirkliche Flamme Statt, so wird sich auch dieses nach Herrn **Lichtenbergs** Bemerkung erklären lassen, indem es gar nicht in sich widersprechend ist, daß Hitze mit Licht auch bey plötzlichen Zersetzungen anderer Körper entstehen könne so gut wie bey Zersetzungen der Luftarten.

Was die Farbe der Flamme betrifft, welche bey verschiedenen verbrennlichen Körpern auch sehr verschieden seyn kann, so leitet diese Herr **Gren** *) aus dem verschiedenen quantitativen Verhältnisse des Brennstoffs zum Wärmestoffe bey ihrer Verbindung durchs Verbrennen her, betrachtet aber diese Verbindung als chemisches Produkt. Meiner Meinung nach halte ich das quantitative Verhältniß beyder Stoffe gegen einander allein nicht für hinreichend, um die Verschiedenheit der Farben der verschiedentlich verbrennlichen Körper davon abzuleiten. Denn dieß Verhältniß allein könnte nichts weiter als größere oder geringere Hitze, mithin nur größere und geringere Flamme bewirken, aber offenbar kein chemisches Produkt, als welches eine Durchdringung des Brennstoffs und des Wärmestoffs erfordert. Soll also aus der Verbindung des Brennstoffs mit dem Wärmestoffe die Farbe der Flamme nach Herrn **Gren** wirklich hergeleitet werden können, so muß eine chemische Durchdringung, mithin vielmehr ein qualitatives Verhältniß dieser beyden Stoffe, Statt finden.

M. s. **Macquers** chemisches Wörterbuch Art. **Flamme. Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre, sechste Auflage §. 437 — 447.

Flaschen, bologneser s. **bologneser Flaschen.**

Flasche, geladene, leidner Flasche, kleistische Flasche, elektrische Flasche, Ladungsflasche, Verstärkungsflasche (Phiala Leidensis, phiala electrica, lagena

*) Grundriß der Naturlehre, 3te Aufl. Halle 1797. 8. §.

lagena armata, bouteille de Leide, bouteille électrique). Wenn man einer gewöhnlichen gläsernen Flasche auf der innern Seite eine gewisse Art der Elektricität und auf der äußern die jener entgegengesetzte Art mittheilet, so sagt man alsdann, die Flasche sey geladen. Statt der Flasche kann ein jeder anderer dünner elektrischer Körper dienen, wie z. B. eine Glasplatte von gemeinem Fensterglas, eine Platte von Harz oder Siegellack, welche alsdann **geladene elektrische Platten** heißen. Wenn man die beyden verschiedenen Arten der Elektricitäten, welche durch den dazwischen liegenden elektrischen Körper von einander getrennt sind, durch irgend ein Mittel vereiniget, oder zusammenbringt, so nimmt man eine starke Explosion wahr, welche der **elektrische Schlag**, und die ganze Ereigniß der **leidensche**, **kleistische** auch der **musschenbroekische Versuch** oder die **Entladung** genannt wird.

Die Ladungsflasche oder Platte kann eine mannigfaltige Einrichtung erhalten. Gewöhnlich wird dazu Glas genommen. Je größer dieses ist, desto stärker kann es geladen werden. Wie stark aber das Glas seyn müsse, das kann im Allgemeinen gar nicht bestimmt werden; gemeiniglich hält man dafür, daß dünneres Glas stärker und in kürzerer Zeit geladen werden könne, als dickeres; allein es ist auch der Gefahr zu zerspringen mehr ausgesetzet, als dieses und Herr **Bohnenberger** *) hat darzuthun sich bemühet, daß dickeres Glas an sich stärker als dünneres geladen werden könne, vorausgesetzet, daß die Maschine verhältnißmäßig stark genug wirke. Die Gestalt des Glases mag übrigens beschaffen seyn, wie sie will, so erfolgen die Wirkungen auf die nämliche Art. Zum einzelnen Gebrauche nimmt man meistentheils Zuckergläser von mittlerer Größe, und zu einer Batterie eben dergleichen, welche etwas starkes und wohl abgekühltes Glas besitzen.

Weil

*) Beyträge zur theoretischen und praktischen Elektricitätslehre. 1s u. 2s Stück.

Weil nun alle elektrische Körper, mithin auch das Glas, die mitgetheilte Elektricität nur an der berührten Stelle annehmen, und selbige nicht über die ganze Oberfläche von selbst vertheilen, so ist man genöthiget, beyde Flächen mit einer leitenden Substanz zu überziehen, welches man **die Flasche** oder **die Platte belegen** nennt. Hierdurch erhält man den nicht geringen Vortheil, daß sich die mitgetheilte Elektricität, ob sie gleich nur auf einer Stelle hingeleitet wird, dennoch von selbst über die ganze belegte Fläche ausbreitet, und eben so beym Entladen von dieser Fläche auf ein Mahl herausgehet. Zur Belegung kann jede leitende Substanz genommen werden, als Zinnfolie, Goldblättchen, Stanniol, Goldpapier, Silberpapier, Messing- oder Eisenfeilspäne u. dergl. Am besten ist hier zu gebrauchen Zinnfolie und Stanniol, indem sich diese Substanzen sehr leicht auf der äußern Seite ankleben lassen. Wenn man zu den Verstärkungsflaschen gewöhnliche gläserne Flaschen mit engen Hälsen gebraucht, so wird alsdann Zinnfolie oder Stanniol an der innern Seite nicht angebracht werden können; alsdann füllt man dergleichen Flaschen mit Feilspänen, oder mit Schrot, oder mit Wasser und dergleichen an; bey etwas größern Flaschen aber, welche auf diese Art zu schwer würden, gießt man etwas Gummiwasser hinein, thut ein wenig Feilspäne hinzu, und schwengt die Flasche, bis sich die Späne an die innere Wand dicht an einander angehänget haben, und durch das Gummiwasser kleben geblieben sind. Die Belegungen aber mögen nun aber durch leitende Substanzen geschehen, durch welche man will, so ist es doch nothwendig, daß sie sich nicht ganz bis an die äußersten Ränder des Glases erstrecken, indem sonst die beyden entgegengesetzten Elektricitäten offene Wege hätten, sich den Augenblick mit einander zu vereinigen, mithin die Flasche auf keine Weise mit Elektricität geladen werden könnte, zumahl da verschiedene Glasarten die Elektricität an ihren Oberflächen sehr leicht hinleiten. Man läßt daher an den Platten den äußern Rand ganz unbelegt, und die Flaschen

belegt man nur bis auf einige Zolle unter dem Rande. Wenn man zur Belegung Stanniol oder sonst dünne Metallblätter gebrauchet, so kann man selbige auf beyden Seiten der Platte oder der gewöhnlichen Zuckergläser am besten mit aufgelöseter Hausenblase aufkleben. Um nun die möglichst größte Wirkung zu erhalten, muß nach Herrn **Bohnenbergers** Erfahrung nicht allein die Dicke des Glases nach der Stärke der Maschine eingerichtet, sondern auch die Belegung so glatt und gleichförmig als möglich gemacht werden. Auch ist es sehr vortheilhaft, den unbelegten Theil des Glases mit Siegellackauflösung zu überziehen, um dadurch die Anlegung der Feuchtigkeit zu verhüten. Herr **Cuthbertson** *) hat zwar die Entdeckung gemacht haben wollen, daß die Wirkung der Flaschen ganz außerordentlich verstärket werde, wenn man den unbelegten Theil geflißentlich mit etwas Feuchtigkeit beschlagen lasse. Durch dieses Mittel allein will Herr **Cuthbertson** im Stande gewesen seyn, mit einer Maschine von zwey Scheiben, jede von 18 Zoll Durchmesser, und einer einzigen Flasche von 160 Quadratzoll Belegung einen Zoll Eisendraht in Dunst, 3 Zoll davon in spinnewebenartige Flocken von Eisenkalk zu verwandeln, und 8 Zoll zu schmelzen. Allein der Uebersetzer der cuthbertsonschen Schrift bemerket mit Recht, daß der Dunst, welchen **Cuthbertson** zum Starkladen so dienlich finde, es nicht seyn könne, welcher diese Wirkung hervorbringe, wenn er darunter eine wirkliche Feuchtigkeit verstehe; denn diese sey alle Mahl schädlich. Vielmehr ist er der Meinung, daß es der außerordentlich feine Staub sey, welcher sich selbst in dem reinsten Zimmer befindet, welcher diese Wirkung hervorbringt, und daß diese Feuchtigkeit nur dazu diene, diesen feinen Staub an das Glas zu befestigen, welcher alsdann die Wirkung hervorbringe, wenn die Feuchtigkeit verdunstet ist, welches in einem Zimmer bald erfolget. Aber eben dieß geschiehet noch besser durch den

*) Abhandlung von der Elektricität, dritte Fortsetzung, aus dem Holl. übers. Leipz. 1796. 8.

den Siegellacküberzug, welcher den Staub noch mehr befestiget, als die Feuchtigkeit. Vielleicht liege auch hierin der Grund, warum man den Ueberzug vortheilhaft gefunden habe. Er habe schon lange bemerket, daß eine ganz neue mit Siegellack überzogene Flasche anfänglich nicht so gute Dienste leiste, als nach einiger Zeit, auch daß sie sich außerordentlich stark laden lasse, ungeachtet sie voll von feinem Staube lag, ohne doch daran zu gedenken, daß dieses die eigentliche Ursache seyn könne. Die Auflösung des Siegellacks geschiehet so: man zerstößt es in einem Mörser, gießt alsdann darauf höchst rektificirten Weingeist, und bestreicht mittelst eines Pinsels den daraus entstandenen Brey aufs Glas.

Wenn zu den Flaschen Zuckergläser gebraucht werden, so wird die Oeffnung mit einem Pappendeckel, welcher ebenfalls mit Siegellack überzogen ist, bedecket, durch deren Mitte ein starker Messingdraht hindurch gehet und mit der innern Belegung in Verbindung stehet. Ueber der Oeffnung muß er wenigstens 8 Zoll über die Flasche hervorragen, und endigt sich in einen Knopf oder in eine Kugel von etwa $\frac{2}{3}$ Zoll Durchmesser. Vortheilhaft ist es hierbey, wenn die Einrichtung so gemacht ist, daß die kleine Kugel an den Draht an- und abgeschraubet werden kann. Wird hingegen zur Flasche eine gewöhnliche gläserne Bouteille genommen, so wird die Oeffnung mit einem ganz dürren Kork, welcher in zerlassenes Wachs getauchet worden, verschlossen, durch dessen Mitte ebenfalls ein Messingdraht, mit einem Knopfe versehen, wie vorhin gehet. Uebrigens sieht man leicht, daß sich die Einrichtung der Flaschen in Nebenumständen verschiedentlich abändern lasse. Zu ganz kleinen Versuchen kann schon ein ganz gemeines Arzneyglas dienen, welches entweder mit Bleyschrot, Eisenfeile, oder Wasser u. dergl. über die Hälfte angefüllet und mit Kork verstopfet wird, durch welchen ein Draht mit einem Knopfe geht, welcher bis in die Füllung reicht. Die äußere Seite

wird

wird alsdann entweder mit Zinnfolie oder Stanniol, oder Goldpapier u. dergl. überzogen.

Wenn die Ladungsflaschen einen Sprung erhalten haben, so sind sie zum fernern Gebrauche nicht mehr tauglich. Um eine solche aber wieder brauchbar zu machen, gibt **Cavallo** *) folgende Methode an: man nimmt die äußere Belegung an dem zersprungenen Theile ab, und erwärmet ihn etwas an der Lichtflamme. Während er nun noch warm ist, tröpfelt man brennendes Siegellack auf die zerbrochene Stelle, so daß sie ganz damit bedeckt wird; das Siegellack muß aber noch etwas dicker, als das Glas selbst ist, aufliegen; endlich wird das Siegellack und ein Theil des Glases mit einer Mischung bedecket, die aus 4 Theilen Wachs, 1 Theil Terpentin und etwas Baumöl bestehet, welche auf ein Stück Wachstaffet gestrichen, und wie ein Pflaster aufgeleget wird. Eine noch einfachere Methode, zersprungene elektrische Flaschen zum Gebrauche wieder herzustellen, gibt Herr J. P. **Lokker** an, welche man beym **Cuthbertson** findet: man streicht nämlich nach abgenommener äußerer Belegung auf die zersprungene Stelle $\frac{1}{3}$ Zoll dick gewöhnlich warm gemachtes Siegellack. Um aber dem Zersprengen der Flaschen vorzüglich bey großen Batterien abzuhelfen, hat Herr **Nairne** folgendes Mittel sehr wirksam gefunden; er entladet nämlich niemahls eine Batterie durch einen guten Leiter ohne den Weg des Ueberganges wenigstens 5 Fuß lang zu lassen. Herr **Nairne** versichert, daß er bey dieser Vorsicht eine sehr große Batterie wohl hundert Mahl entladen habe, ohne eine einzige Flasche zu zersprengen, da ihn vorher beständig einige zersprungen waren. Dabey muß man aber doch in Betrachtung ziehen, daß die Länge des Weges verhältnißmäßig die Stärke des Schlages vermindere.

Es ist eben nicht nothwendig, daß zu den elektrischen Flaschen oder Platten Glas genommen werden müsse. Ueberhaupt dienen dazu alle elektrische Körper. So könnte man sich

*) Vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität Leipz. 1797. 8. B. I. S. 170.

sich also auch Flaschen von Porzellan hierzu bedienen, und statt Glasplatten dünne Platten von Harz, Schwefel, Siegellack u. dergl. Versuche dieser Art hat Herr **Wilke** [α]) angegeben.

Weil die gewöhnlichen elektrischen Flaschen ihre Ladung nicht lange Zeit halten, so hat **Cavallo** [β]) eine Vorrichtung angegeben, welche die Ladung eine lange Zeit halten kann. Sie besteht in folgenden: außer der innern und äußern Belegung, welche diese Flasche mit allen ähnlichen gemein hat, ist eine an beyden Enden offene Glasröhre in ihren Hals eingekittet, und geht ein wenig in die Flasche hinein. An das untere Ende dieser Glasröhre ist ein kleiner Draht befestiget, welcher die innere leitende Belegung berühret. Der Draht mit dem Knopfe ist in eine andere Glasröhre gekittet, welche beynahe doppelt so lang, aber enger ist, als die in den Hals der Flasche gekittete Röhre. In diese wird der Draht so eingekittet, daß an dem einen Ende derselben bloß der Knopf, mit dem andern aber nur etwas weniges von dem Drahte hervorraget. Wenn man dieses Stück mit dem Drahte bey der Mitte der Glasröhre anfasset, so kann man es in die andere im Halse der Flasche befindliche Röhre stecken, daß es den Draht an dem untern Ende desselben berühret, oder es auch wieder herausnehmen, ohne dadurch die Flasche zu entladen, wenn sie ein Mahl geladen ist. Auf solche Art kann die Flasche wie gewöhnlich geladen und entladen werden. Nimmt man aber nach der Ladung die innere Röhre mit dem Drahte und Knopfe heraus, so ist die innere Belegung ganz isolirt, und es kann so die Flasche hingetragen werden, wohin man will, ohne daß sie die Ladung verlieret.

Eine auf vorhin beschriebene Art eingerichtete Flasche oder Platte wird geladen, wenn man der einen Belegung die

α) Schwedische Abhandl. von 1758. der deut. Uebers. S. 241.
β) Vollständ. Abhandl. der Lehre von der Elektricität 1797. B. I. S. 324.

die positive und der andern die negative Elektricität mittheilet. Diese Mittheilung kann vermittelst einer Elektrisirmaschine sehr leicht bewerkstelliget werden. Wegen der gewöhnlichen Einrichtung der Maschine theilt man der innern Belegung durch den ersten Leiter die positive und der äußern durch das isolirte Reibzeug die negative Elektricität mit, indem man mittelst einer Kette den mit dem Knopfe versehenen Messingdraht mit dem Conduktor und mittelst einer andern die äußere Belegung mit dem Reibzeuge verbindet. Allein es ist gar nicht ein Mahl nothwendig, beyde Seiten durch Mittheilung zu elektrisiren. Man braucht bloß dem Messingdraht durch eine Kette mit dem Conduktor der Maschine in Verbindung zu bringen, und die äußere Belegung mit Leitern zu umgeben, welches geschiehet, wenn die Flasche oder Platte auf einen nicht isolirten Tisch oder auf ein Stativ gestellet wird; denn in diesem Falle erhält die äußere Belegung schon von selbst die entgegengesetzte der innern. Wäre hingegen die äußere Belegung isoliret, wie z. B. wenn die Flasche auf Glas, oder auf Pech u. dergl. stehet; so kann die Flasche gar nicht geladen werden.

Wenn umgekehrt die äußere Belegung mit dem Conduktor, und die innere mit der Erde in einer Verbindung stehet, so wird dadurch die Flasche ebenfalls geladen, nur erhält alsdann die äußere Belegung die positive, und die innere die negative Elektricität. Eben dieß würde man erhalten, wenn man die innere Belegung mit dem isolirten Reibzeuge, und die äußere mit der Erde verbände.

Uebrigens überzeuget man sich durch folgenden Versuch, daß die Elektricität in den Oberflächen des Glases und nicht in den Belegungen hafte: man nehme ein Glas, klebe auswendig ganz leicht mit Wachs ein Blatt Stanniol und gieße in selbiges etwa bis zur Hälfte Wasser; alsdann stecke man ins Wasser ein Draht, welches oben ein Knöpfchen hat, nehme das Glas in die Hand, und lade es durch Anhaltung des Knöpfchens an den Conduktor der Maschine. Hierauf kehre man das Glas um, und gieße das inwendige Wasser

ser aus, nehme auch die äußere Belegung ab, klebe eine andere an deren Stelle, und gieße anderes Wasser ins Glas, so wird die Flasche noch geladen befunden.

Die **Entladung** der elektrischen Flasche geschiehet, wenn zwischen den beyden Belegungen eine leitende Verbindung Statt findet, oder wenn man mit dem Leiter von der einen Belegung der andern so nahe kömmt, daß die Elektricität derselben die dazwischen liegende Luft durchbrechen kann. Gewöhnlich wird die Entladung der Flasche durch den Auslader bewirket (m. s. **Auslader**), dessen eines Ende an die äußere Belegung gesetzt, und das andere an den Knopf des in die Flasche gehenden Messingdrahtes gebracht wird. Sobald man nur dieses Ende dem Knopfe bis auf eine gewisse Weite nähert, so wird zwischen dem Knopfe und diesem Ende ein Funke mit einem starken Schalle entstehen, und die Ladung der Flasche wird bis auf einen kleinen Ueberrest völlig verschwunden seyn. Diesen ganzen Vorgang nennt man einen **elektrischen Schlag**. Merkwürdig ist aber dabey, daß der Funke bey der Entladung der elektrischen Flasche zwar heftiger und mit einem stärkern Schalle verbunden, aber doch nie so lang ist, als der aus einem elektrischen Leiter herausgelockte Funke.

Wird die Flasche durch einen lebenden thierischen Körper entladen, so verursachet diese Entladung eine plötzliche Zusammenziehung der Muskeln, durch welche sie ihren Weg nimmt, und eine unangenehme Empfindung. Wenn insbesondere eine Person die äußere Belegung mit der einen Hand berühret, und die andere dem Knopfe nähert, so wird sie vorzüglich eine heftige Erschütterung in den Gelenken der Arme und Schultern und in der Brust empfinden. Wegen dieser Wirkung heißt auch dieser Schlag die elektrische Erschütterung (concussio, commotio electrica, commotion électrique). Es kann dieser Schlag sogar so stark seyn, daß er Thiere tödtet. Mit welcher erstaunenden Geschwindigkeit das Entladen einer geladenen leidner Flasche geschiehet, beweiset folgender Versuch; wenn sich mehrere Per-

 sonen,

sonen, so viele als man will, zusammen angefasset haben, und die erste Person berührt die äußere Belegung, oder hält eine daran befestigte Kette, die letztere Person aber die innere Belegung oder den damit verbundenen leitenden Körper, so erhalten sie alle in einem Augenblicke die Erschütterung. Jedoch kann es auch unter gewissen Umständen möglich seyn, daß nur diejenigen, welche zunächst der Flasche sich befinden, einen Schlag bekommen, die übrigen Personen aber nicht; sind hingegen die Personen isoliret, so empfinden sie allemal eine Erschütterung. Allein in diesem letzten Falle werden die Personen nicht elektrisiret, so wie überhaupt kein leitender Körper eine Spur einer Elektricität zeiget, wenn der Erschütterungsschlag durch denselben gegangen, ob er gleich isoliret ist. Vor mehreren Jahren wollte man zu Paris gefunden haben, daß der elektrische Schlag bey impotentibus aufhöre *): allein Versuche, welche der Graf von Artois mit Castraten der Oper anstellen ließ, haben den Ungrund hiervon gezeigt. Der Grund, warum mannigmahl die mittleren Personen in dem vorigen Versuche keine Erschütterung empfinden, ist dieser, weil die Elektricität beständig den besten Leitern folgt; zumahl wenn sie die kürzesten sind; wenn daher der Fußboden, worauf die Personen stehen, feucht ist, so wird die Elektricität dahin gehen, weil die Feuchtigkeit ein sehr guter Leiter ist. Uebrigens ist es nicht nothwendig, daß die leitende Verbindung zwischen der äußern und innern Belegung aus einem einzigen ununterbrochenen Leiter bestehen müsse; vielmehr kann sie sehr lang gemacht, und aus gar sehr verschiedenen Körpern zusammengesetzet werden, wenn diese nur alle Leiter sind, wie z. B. die Reihe von Personen, welche sich alle zusammengefasset haben. Selbst das Wasser eines Flusses, oder ein langer Strich nassen Erdreichs kann zu einem Theile der leitenden Verbindung gemacht werden. So stellte **Winkler** in Leipzig den 28ten Juli 174

*) *Sigand de la Fond* précis historique et expérimental des phénom. électr. Par. 1781. 8. p. 285.

in einem Garten [α]) einen Versuch an, wobey drey Flaschen in der Pleisse standen, die entladen wurden, wenn man die Verbindungskette 30 Ellen weit davon ebenfalls in den Fluß hieng, und das andere Ende an den mit den Flaschen verbundenen Conduktor brachte. Diese Versuche wurden im Jahre 1747 von D. **Watson** mit einigen Mitgliedern der Gesellschaft zu London noch weiter getrieben [β]), und leitete endlich den Schlag durch eine Verbindung von vier englischen Meilen, nämlich zwey Meilen Draht und zwey Meilen trockenen Erdboden.

Ist der leitende Körper, durch welchen der Erschütterungsfunke gehen soll, aus mehreren aus einander stehenden, sich aber nicht berührenden Theilen zusammengesetzet, so entstehen zwischen der Unterbrechung Funken; diese Unterbrechungen müssen aber nicht einen zu großen Raum einnehmen, weil sonst entweder gar keine Entladung geschiehet, oder nur langsam, und zwar mit einem zischenden Geräusche, wobey man an den Unterbrechungen der Theile der leitenden Substanz feurige Büschel wahrnimmt, welche sich bey Annäherung leitender nicht isolirter Körper in Funken verwandeln; an dem menschlichen Körper, z. B. an der Hand, verursachen diese Funken eine überaus widrige Empfindung, und heißen deßwegen auch **schneidende Funken.**

Die Entladung der Flaschen kann aber auch sehr stillschweigend, d. i., ohne Schlag bewirket werden. Wenn man nämlich an die äußere Belegung einen Finger bringt, und der innern Belegung oder den damit verbundenen Leiter langsam eine leitende Spitze nähert, oder die innere Belegung mit dem Finger, und die äußere mit der Spitze eines leitenden Körpers berühret. M. s. **Spitzen.** Auch wenn die eine Belegung mit der Erde in Verbindung stehet, und die anderr der Luft ausgesetzet ist, so wird die elektrische Flasche gleichfalls ihre Elektricität nach und nach verlieren, weil die Luft kein vollkommener elektrischer Körper ist. Daher

 kömmt

α) Priestley Geschichte der Elektricität durch Krünitz. S. 59.
β) Priestley Geschichte der Elektricität. S. 71 f.

kömmt es auch, daß die gewöhnlichen Flaschen von selbst ihre Elektricität in der Luft verlieren. Auch wird eine stille Entladung auf folgende Art erfolgen: wenn man um die äußere Belegung einer Flasche einen Ring mit einem krumm gebogenen Drahte, welches oben ein Knöpfchen besitzet und dem Knöpfchen der Flasche gerade gegenüber stehet, befestiget, hierauf einen an einem Faden hangenden leicht beweglichen Körper zwischen die Kugel des in der Flasche befindlichen Drahtes und zwischen die Kugel des äußern Drahtes bringt; denn alsdann wird dieser leichte Körper eine Zeitlang hin und her spielen, und auf diese Weise eine Flasche nach und nach entladen. Dieß ist zugleich ein Beweis, daß die innere Seite eine Elektricität besitzet, welche der, die die äußere hat, entgegengesetzet ist. Hat also die innere Seite + E, so hat die äußere — E, und umgekehrt, hat die innere — E, so hat die äußere + E.

Wenn eine Flasche isoliret ist, und ihre äußere Belegung mit einer andern nicht isolirten Flasche durch einen leitenden Körper verbunden wird, so werden nun beyde Flaschen mit Elektricität geladen. Auf eben diese Art können mehr als zwey Flaschen auf einmahl geladen werden, jedoch wird aber ihre Elektricität nie so stark werden, als wenn sie einzeln geladen werden.

Wird die eine Belegung einer geladenen Flasche allein mit dem Finger oder einem andern Leiter berühret, so erfolget keine Entladung (bisweilen nur ein ganz kleiner Funke am Knopfe), der Schlag erfolget erst, wenn der Leiter beyde Seiten zugleich berühret. Man kann daher die geladene Flasche sicher an der äußern Belegung oder auch am Knopfe anfassen, und sie so von einem Orte zum andern tragen, ohne daß eine Entladung erfolget, wenn man sich nur in Acht nimmt, daß die andere Seite von keinem andern Theile eines Körpers berühret werde.

Mit der leidner Flasche lassen sich sehr viele belehrende und unterhaltende Versuche anstellen, wovon man hinlänglichen

lichen Unterricht bey **Adams** [α]), **Donndorf** [β]) und **Cavallo** [γ]) findet.

Der erste, welcher die Empfindungen einer elektrischen Erschütterung wahrnahm, war der Engländer **Stephan Gray** im Jahre 1735 [δ]). Allein er hat darüber weiter nicht nachgedacht, und kann daher auch nicht als der Erfinder dieses merkwürdigen Versuchs betrachtet werden. Diese wichtige Entdeckung war vielmehr dem Prälaten **von Kleist**, Decan des Domkapitels zu Camin in Pommern im Jahre 1745 vorbehalten. Dieser gab am 4ten November dieses Jahres dem **D. Lieberkühn** zu Berlin, und den 28ten Nov. dem damahligen ältesten Diaconus, **Paul Swietlicki** zu Danzig, und bald darauf auch dem Professor **Krüger** in Halle hiervon Nachricht, welche ersterer der berliner Akademie der Wissenschaften, der zweyte der naturforschenden Gesellschaft zu Danzig, und der dritte bereits schon im Jahre 1746 drucken ließ [ε]). Diese Nachricht ist folgende: wenn ein Nagel oder starker messingener Draht u. d. g. in ein kleines Medicinalgläschen gesteckt und elekterisiret wird, so erfolgen besonders starke Wirkungen. Das Gläschen muß recht trocken oder auch warm seyn. Thut man ein wenig Quecksilber oder ein Paar Tropfen Weingeist hinein, so geht alles noch besser von Statten. So bald das Gläschen mit dem Nagel von dem elektrischen Glase oder der Röhre weggenommen wird, so äußert sich der flammende Strahlenbüschel, und man kann mit der brennenden Maschine über 60 Schritte in dem Gemache herumgehen. Elektrisiret man den Nagel stark, welches sich an dem in dem Gläschen sich befindenden Lichte und herausschlagenden Funken spüren läßt, so kann man den in einem Raume eingeschlossenen Weingeist noch damit anzünden.

α) Versuch über die Elektricität, aus d. Engl. Leipz. 1785. 8. Cap. 7.
β) Lehre von der Elektricität B. I. S. 344 u. f. B. II. Cap. 19. S. 825 f.
γ) Vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. Band I. S. 162 f.
δ) Philos. transact. n. 436. *I. D Titius* de electrici experimenti Lugdunensis inuentore primo. Viteb. 1774. 4.
ε) Krügers Geschichte der Erde. Halle 1746. 8. S. 177 f.

zünden. Wird während des Elektrisirens der Finger oder ein Stück Geld an den Nagel gehalten, so ist der herausfahrende Schlag sehr stark, daß Arme und Achseln davon erschüttert werden. Eine isolirte Röhre läßt sich durch dieses Instrument viel stärker elektrisiren, als wenn es unmittelbar durch die Kugel geschiehet. Wird eine blecherne Röhre auf gewöhnliche Art elektrisiret, und man hält sodann den in dem Gläschen befindlichen Nagel daran, und fähret mit Elektrisiren fort; so sollte man nicht glauben, in welche Stärke die Elektricität gesetzet werde. Ist das Gläschen kurz, etwa zwey Zoll lang, also daß die Finger in dem Wirkungskreise sich befinden, so schläget der Funke aus dem Nagel nach dem Finger zu; dünnhälsige Gläser sind ein Paar mahl durch den heftigen Schlag zersprenget worden. Etwas besonders scheinet hierbey zu seyn, daß sich diese Wirkung alsdann nur schwach zeiget, wenn man das Gläschen auf Holz, Glas, Siegellack u. s. gekittet elektrisiret; es müsse also wohl der menschliche Körper etwas hierzu beytragen u. s. f. Diese Nachricht zeigt also offenbar, daß das Glas wirklich geladen war, und das in selbigem befindliche Quecksilber die innere, die Hand aber die äußere Belegung ausmachte. Der erste, welcher diesen Versuch mit glücklichem Erfolge nachmachte, war **Gralath** in Danzig, nachdem er verschiedene fruchtlos abgelaufene Versuche angestellt, und sich bey dem Erfinder um eine genauere Beschreibung und Anweisung erkundiget hatte *).

Musschenbroek erzählt, daß er und seine Freunde bemerkt hatten, daß elektrisirte Körper die Elektricität in der freyen Luft gar bald verlören, und nur eine ganz geringe Quantität zu behalten schienen; daher wären sie auf den Gedanken gekommen, daß elektrisirte Körper isolirt vielleicht eine stärkere Elektricität anzunehmen, und dieselbe länger zu behalten fähig wären. Sie nahmen daher anfänglich gläserne Flaschen mit Wasser angefüllt, und stellten damit Versuche an, ohne jedoch eine beträchtliche Entdeckung zu

*) Abhandl. der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. Th. I. 1747. 4. S. 512.

zu machen, bis endlich ein angesehener Privatmann zu Leiden, **Cunäus**, im Jahre 1745 zufälliger Weise darauf kam; dieser hielt nämlich in der einen Hand sein gläsernes Gefäß mit Wasser, das vermittelst eines Drahtes mit der elektrisirten Röhre Communikation hatte, und als er mit der andern Hand denselben von der Röhre losmachen wollte, so erhielt er auf ein Mahl einen starken Erschütterungsschlag in seinen Armen und in seiner Brust. Es ist daher wahrscheinlich, daß Cunäus von der Entdeckung des Prälaten **von Kleist** nichts gewußt habe, und daß er fast gleichzeitig mit diesem diese wichtige Entdeckung machte. **Muschenbroek** in Leiden machte diesen Versuch zuerst nach, und meldete diesen zu Anfange des Jahres 1746 dem Herrn **von Reaumür** zu Paris, und schrieb, daß er ihn mit einem dünnen gläsernen Trinkgeschirre angestellet habe, wobey er in seinen Armen, Schultern und seiner Brust einen solchen Erschütterungsschlag bekommen, daß er auf einige Augenblicke den Athem verloren, und sich erst nach zwey Tagen von dem Schrecken habe erhohlen können, und füget hinzu, daß er keinen zweyten Schlag aushalten wolle, wenn man ihm gleich dafür das Königreich Frankreich anböte. Eben dieß wiederhohlte auch **Allemand** zu Leyden in einem Briefe an den Abt **Nollet**, so wie hernach in einem eigenem Aufsatze *). Daher kam es, daß **Nollet** diesen Versuch den **leidner** Versuch nannte, welchen Nahmen er auch behalten hat, ob er gleich eigentlich der kleistische Versuch geheißen werden sollte.

In Frankreich hielt man **Musschenbroek** für den Erfinder; allein noch im Jahre 1746. meldete **Allemand** an **Nollet** und auch an **Gralath** in Danzig, daß eben genannter **Cunäus** diese wichtige Entdeckung gemacht habe.

Diese Nachrichten machten ein sehr großes allgemeines Aufsehen. **Winkler** und **Gralath** waren die ersten, welche der Erfindung mehr hinzusetzten. **Gralath** verstärkte die Erschütterung dadurch, daß er statt des Arzneygläschens eine

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1746. p. 2.

gläserne Phiale von 5 Zoll im Diameter mit einem 10 Zoll langen Halse, und statt eines eisernen Nagels einen starken eisernen Draht mit einer bleyernen Kugel, und statt des Weingeistes Wasser nahm. Er zeigte schon den 20ten April 1746 einen Verbindungskreis von 20 Personen, erfand die Batterie, und entdeckte die Unmöglichkeit, gesprungene Gläser weiter zur Ladung zu gebrauchen, so wie auch den so genannten Rückstand der Ladung. **Winkler** hingegen, welcher diese elektrische Erschütterung auf keine Weise vertragen konnte, erfand, um die verstärkte Elektricität genauer zu untersuchen, eine eigene Vorrichtung, diese in der Ferne zu beobachten, und stellte mit der leitenden Verbindung der beyden Belegungen der Flasche Versuche im Großen an, indem ein Theil von dieser Verbindung eine Strecke der Pleiße, wie oben angeführet ist, ausmachte. Auf eben denselben Versuch war auch zu gleicher Zeit **le Monnier** in Frankreich gefallen, und fand, daß die Ladung in den Flaschen eine Zeitlang bleibe.

Zu dieser Erfindung hat D. **Watson** in den folgenden Jahren noch mehr hinzugesetzet *). Er bemerkte, daß dieser Versuch weit besser von Statten ging, wenn die Flasche, worin das Wasser befindlich war, vom dünnesten Glase, und das Wasser wärmer, als die äußere umgebende Luft gewesen. Auch fand er, daß sich die Stärke der Ladung nicht nach der in der Flasche befindlichen Menge von Materie, sondern nach der Größe der Flasche, welche sie berühret, richte. Dieses gab dem D. **Bevis** Veranlassung, das Glas auswendig bis an den Hals mit Zinnfolie zu belegen. Auch stellte **Watson** im Jahre 1747 über die Verbindungskreise und die Geschwindigkeit des Schlages im Großen Versuche an, wobey ganze Striche Landes Theile in der Verbindung ausmachten. **Wilson** stellte die Flasche ins Wasser, um sie dadurch von außen mit Wasser eben so hoch zu umgeben, als sie inwendig damit angefüllet war, und fand das Verhältniß der Stärke des Schlages, bemerkte auch,

*) Philosoph. transact. 1748 u. f. n. 477. 478. 482. 485. 489.

auch, daß der Schlag einen Weg nimmt, bey dem er den wenigsten Widerstand findet, und stellte noch mit der Flasche verschiedene andere Versuche an.

In Frankreich war der Abt **Nollet** der erste, welcher durch den elektrischen Schlag Thiere tödtete und welcher überhaupt mit der leidner Flasche Versuche anstellte. Er entdeckte zufälliger Weise, daß eine Flasche, aus welcher er die Luft herausgezogen hatte, als verstärkte Flasche dienen könnte, er bewerkstelligte einen Verbindungskreis von 180 Personen von der Garde in Gegenwart des Königs, welche vermittelst eiserner Drähte zwischen jeden zwey Personen einen Umfang von 900 Toisen ausmachten; alle erhielten in dem Augenblicke der Entladung einen heftigen Schlag.

Die englischen und französischen Naturforscher haben überhaupt bemerket, daß eine Flasche nur alsdann geladen werden konnte, wenn sie entweder mit der Hand gehalten wurde, oder mit andern Leitern umgeben war, isoliret hingegen gar keine Ladung Statt fand. Auch nahmen sie wahr, daß geladene Flaschen leichte daneben liegende Körperchen anzögen, wenn jemand den Draht berührte, und daß sie selbige zurückstießen, wenn jemand die Flasche berührte. Man bildete sich ein, daß das elektrische Feuer aus der Hand oder aus den umgebenden Leitern ausströme, und durch die Substanz der Flasche in das Wasser ginge, da ihnen doch diese Versuche lehren konnten, daß die Elektricitäten beyder Seiten entgegengesetzet sind.

Da es also den europäischen Naturforschern auf keine Weise glückte, eine Erklärung von der leidner Flasche zu geben, so verbreitete sich ganz unerwartet ein großes Licht darüber durch die Briefe des D. **Franklin** in Philadelphia *). Dieser hatte bereits, wie D. **Watson** bemerket, daß bey der Entstehung der Elektricität das Reibzeug diese vergibt, und der geriebenen Röhre oder der Glaskugel mitthei-

*) New experim. and observat. on electricity in several lettres to Mſr. *Collinson* Lond. 1751. 4. Benj. Franklins Briefe von der Elektricität, übers. von D. C. Wilke Leipz. 1758. 8.

mittheilet, welches ihm die Veranlassung gab, die Elektricität des Glases der des Reibzeuges entgegen zu setzen, und die erstere als Ueberfluß, die andere aber als Mangel zu betrachten, und sie mit dem Nahmen der positiven und negativen Elektricität zu belegen. Die Bemerkungen suchte er bey der leidner Flasche zu benutzen, vorzüglich weil er an selbiger folgende Erscheinung wahrnahm: er bemerkte, daß, wenn die Flasche geladen war, eine an einem seidenen Faden hängende Korkkugel von der äußern Belegung angezogen ward, wenn sie von einem mit der inwendigen Seite in Verbindung stehenden Drohte zurückgestoßen ward, und daß sie im Gegentheil von der auswendigen Seite zurückgestoßen ward, wenn sie von der innern angezogen wurde. Hieraus schloß er, daß bey Ladung der Flasche die Elektricität beyder Seiten einander entgegengesetzet seyn müßten. Noch mehrere Bestätigung dieses Satzes erhielt er durch diesen Versuch; er brachte einen Draht mit einem Knopfe mit der äußern Belegung in Verbindung, und gab diesem eine solche Stellung, daß der Knopf von dem Drahte, der mit der innern Belegung verbunden war, nur wenige Zolle abstand; zwischen diesen Raum hängte er eine leichte Kugel auf, und nahm wahr, daß diese Kugel hin und her sich so lange bewegte, bis die Flasche völlig entladen war. Durch diese seine Entdeckung war er im Stande, alle bisherige elektrische Erscheinungen glücklich zu erklären, daher auch seine Theorie von seinen Zeitgenossen mit dem größten Beyfall aufgenommen wurde; nur einige Naturforscher in Frankreich, und besonders Nollet, widersprachen derselben. Diese seine Theorie führte **Franklin** zugleich auf Beobachtung neuer Erscheinungen des Ladens, Entladens und des elektrischen Schlages, und selbst auf die Erfindung einer großen Menge neuer Versuche mit der leidner Flasche. **Priestley** *) erzählet noch verschiedene einzelne Erfindungen, besonders von den Herrn **Wilke**, **Aepinus**, **Beccaria** und andern, welche überhaupt die Wirkungen einer verstärk-

*) Geschichte der Elektricität durch Krünitz S. 179. f.

verstärkten Elektricität betreffen, und meistentheils zur Absicht haben, den franklinischen Satz, daß die Entladung jederzeit aus der positiven Seite in die negative übergehe, zu bestätigen.

Durch das von den Herrn **Wilke** und **Aepinus** *) entdeckte Gesetz der Wirkungskreise erhielt die Theorie der leidner Flasche noch mehr Licht, und **Wilke** besonders stellte genaue Untersuchungen über den Vorgang der Ladung und Entladung in den Glasflächen und Belegungen an β), und stellte bereits den Gedanken zum Elektrophor dar, wodurch er zugleich auf die Annahme zwey verschiedener elektrischer Materien geleitet wurde, welche er Feuer und Säure nennt, und vermittelst welcher er die Ladung und Entladung besser als nach der franklinischen Theorie zu erklären glaubte.

Nachdem Herr **Volta** im Jahre 1775 den Elektrophor erfand, welcher im Grunde nichts weiter ist, als eine leidner Flasche, so erhielt die Lehre der Elektricität eine ganz andere Gestalt. Herr **Volta** bemerkte, daß ein elektrisirter Körper eine Aenderung leide, wenn ein anderer Körper in seinen Wirkungskreis kömmt, und darin so lange beharre, bis der andere Körper aus dem Wirkungskreise wieder entfernet wird. Dadurch sahe man sich nun in den Stand gesetzet, die Erklärung der leidner Flasche zu machen, man mag sie entweder nach dem franklinischen oder nach dem dualistischen Systeme geben.

Nach dieser Zeit haben verschiedene Naturforscher, als **Henly, Cavallo, Nairne, Lord Mahon (Stanhope)** und andere neuere Versuche mit Ladungsflaschen angegeben und Verbesserungen des dazu gehörigen Apparats gemacht, welche hier weiter nicht beschrieben werden können.

Die zufällige Entdeckung der leidner Flasche setzte die Physiker in Erstaunen, indem sie die Unvollständigkeit aller vorher-

*) Wilke differ. de electricitatibus contrariis Rostoch 1757. 4.

β) Von den entgegengesetzten Elektricitäten bey der Ladung und den dazu gehörigen Theilen; in den Schwed. Abhandl. 1762. S. 213. f.

vorhergehenden Theorien deutlich zeigte. Sie stellte eine Erscheinung dar, welche kein einziger Naturforscher aus irgend einer Theorie hätte vorhersehen, oder woraus man nur den geringsten Begriff von der leidner Flasche hätte ableiten können.

Der Abt **Nollet** suchte diese Erscheinung nach seiner Hypothese von dem gleichzeitigen Aus- und Zufließen zu erklären *). Wenn nämlich nach seiner Meinung eine Person die äußere Belegung mit der einen Hand und die innere mit der andern Hand berühret, so erhalten sie dieserwegen eine Erschütterung, weil die Ausflüsse aus der innern Belegung mit den Zuflüssen aus den beyden Händen zusammentrafen, und dieses Zusammenkommen der beyden aus- und zufließenden elektrischen Ströme mit einem heftigen doppelten Stoße begleitet wäre. Das Gefäß müsse von Glas seyn, damit der Draht bey der Berührung der äußern Belegung nicht sogleich durch einen einfachen Funken seine Elektricität verliere. Die Ladung der Flasche betrachtet er bloß als eine Ueberfüllung mit elektrischer Materie, und behauptet, daß keineswegs die beyden Belegungen beym Entladen in einer nothwendigen Verbindung stehen müßten. Zugleich glaubt er auch, daß schlechterdings isolirte Flaschen geladen werden könnten. Uebrigens hat **Nollet** diese seine Theorie mit der größten Standhaftigkeit vertheidiget, und alle diejenigen Schwierigkeiten durch seinen Scharfsinn zu heben gesuchet, welche fast jeder neu entdeckte Versuch ihm gleichsam vor Augen legte.

Nach der **franklinischen** Theorie wird der leidner Versuch mit Beyhülfe des dynamischen Systems weit glücklicher auf folgende Art erkläret: Wenn nämlich die innere Belegung der Flasche positiv elektrisiret wird, so verursachet die an der innern Fläche des Glases angehäufte elektrische Materie, vermittelst der zurückstoßenden Kraft, eine elektrische Atmosphäre im Glase, welches dieserwegen nicht zu dick seyn darf, und die natürliche elektrische Materie der äußern Belegung wird abgestoßen. Ist nun die äußere Belegung mit

Leitern

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. an. 1746. p. 1 sq.

Leitern umgeben, so wird diese abgestoßene elektrische Materie fortgeführet, mithin kann die der innern Belegung mitgetheilte Elektricität daselbst angehäuft, und die Flasche geladen werden. So viele elektrische Materie der innern Belegung zugeführet wird, so viel wird dadurch in der äußern Belegung zurückgestoßen. So viel also die innere Belegung einen Ueberfluß an elektrischer Materie erhält, so groß wird der Mangel derselben an der äußern Belegung. Daraus folget, daß die äußere Belegung negativ elektrisiret seyn muß, wenn die innere positiv ist, wie es auch die Erfahrung bestätiget. Wäre hingegen die Flasche isoliret, so kann alsdann die äußere von der innern durch Mittheilung gehäuften elektrischen Materie zurückgestoßene nicht abgeführet werden, mithin wirkt die äußere elektrische Materie durch ihre eigene Zurückstoßungskraft auf die der innern Belegung mitgetheilte elektrische Materie zurück, hindert also die Anhäufung derselben daselbst, und die Flasche kann nicht geladen werden. Wenn die innere Belegung der Flasche negativ elektrisiret wird, so wird ihr dadurch von der natürlichen elektrischen Materie entzogen. Das elektrische Fluidum der äußern Belegung will durch die zurückstoßende Kraft diesen Mangel ersetzen, wodurch die äußere Belegung fähig wird, aus den benachbarten leitenden Körpern so viele elektrische Materie anzuziehen, als die innere Belegung davon verlieret. In diesem Falle wird also die äußere Belegung positiv elektrisiret. Wäre die äußere Belegung isoliret, so kann nun die Flasche nicht geladen werden, weil die verstärkte Anziehung der äußern Belegung gegen die elektrische Materie die Entziehung derselben von der innern hindert.

Ist also die leidner Flasche geladen, und es wird die innere Belegung mit der äußern in Verbindung gebracht, so geht der Ueberschuß der elektrischen Materie in der positiven Seite auf die negative Seite über, und der natürliche elektrische Zustand beyder Belegungen wird wieder hergestellt. Muß alsdann dieser elektrische Strom die Luft durchbrechen, oder durch einen andern Nichtleiter gehen, welcher ihm Wi-

derstand

derstand genug entgegensetzen kann, oder kann der Leiter den ganzen Strom nicht fassen, so entsteht Explosion. Daraus erhellet zugleich, warum der Durchgang des elektrischen Stroms durch eine isolirte leitende Verbindung diese nicht elektrisiret.

Nach dem dualistischen Systeme lassen sich alle Erscheinungen des Ladens und Entladens der leidner Flasche ebenfalls sehr leicht erklären. Wird die innere Seite der Flasche mit dem Conduktor der Maschine verbunden, so erhält diese durch Mittheilung + E, dieß + E stößt die gleichnahmige Elektricität in der äußern Fläche ab, und bindet die ungleichnahmige oder das — E. Ist also die äußere Fläche mit einem leitenden Körper verbunden, so gibt sie demselben das zurückgestoßene + E ab, und nimmt dagegen eben so viel — E an, als das + E der innern Fläche bindet; folglich muß dadurch die Flasche geladen werden. Jedoch ist zu bemerken, daß das + E der innern Seite nicht ganz so viel — E in die äußere Fläche bringt, daß dadurch das + E in der innern Fläche ganz gebunden würde, und daher kömmt es, daß bey alleiniger Berührung der Kugel am Drahte, welcher mit der innern Belegung in Verbindung ist, ein kleiner Funke entstehe. Wäre im Gegentheil die äußere Belegung isolirt, so kann nun ihr abgestoßenes + E nicht abgeführet, folglich ihr — E nicht frey werden, daher kann auch die innere Seite kein + E erhalten und annehmen, sondern es gehet alles + E wieder in den Conduktor zurück; eine isolirte Flasche kann also nicht geladen werden. Wenn ferner die äußere Fläche mit + E verbunden wird, so stößt das + E die gleichnahmige Elektricität in der innern Fläche zurück, und bindet das — E; ist nun die innere Fläche nicht isoliret, so nimmt sie aus dem leitenden Körper so viel — E an, als das + E der äußern Fläche bindet. Wird die innere Fläche mit — E verbunden, so stößt nun dieß — E die gleichnahmige Elektricität der äußern Fläche zurück, und bindet das + E; ist alsdann die äußere Fläche nicht isolirt, so nimmt sie aus der Erde so viel + E an, als die innere

Fläche

Fläche — E bindet. Die Entladung der Flasche erfolget auf diese Weise, wenn die beyden stark gewordenen und sich gebundenen ± E auf beyden Flächen durch Leiter verbunden werden, denn alsdann gehen sie in einander über und befreyen sich von ihren Elektricitäten selbst. Die Ursache der so starken Wirkung der leidner Flasche rühret natürlich von einer sehr angehäuften Menge des E her, welches sich vor dem Entladen auf beyden Seiten nur gebunden hält, und beym Entladen plötzlich frey wird. Hieraus erhellet auch zugleich, warum der Schlag dem isolirten leitenden Körper, durch welchen er gehet, keine Elektricität mittheilen kann.

Nach Hrn. de **Lüc's** Theorie *) wird das Laden und Entladen der leidner Flasche also erkläret. Man nehme eine Glasplatte an, von beyden Seiten mit Wasser umfaßt, und setze, daß sich gegen die eine Seite A heiße Wasserdünste bewegen. So bald diese heißen Dünste in Berührung mit der Platte kommen, erkalten sie, und werden zum Theil zersetzt; das befreyete verborgene Feuer verbreitet sich über die ganze Platte, und das von ihm verlassene Wasser verbindet sich mit dem, welches die Seite A schon vorher bekleidet hatte. Das neue Feuer aber geht durch die Glasplatte zur andern Seite B, vermehrt auf selbiger die Ausdünstung, und vermindert folglich das Wasser, welches B bekleidet. Diese entgegengesetzten Veränderungen dauern so lange, bis die Glasplatte und das Wasser die Temperatur der heißen Dämpfe angenommen haben. Bey diesen Punkte aber hören die Dünste auf sich an der Seite A zu zersetzen; es geht kein Feuer mehr in B über und die Ungleichheit der Vertheilung hat auf beyden Seiten ihr Größtes erreichet. Weil nun in diesem Zustande die Seite B etwas entfernter von der Quelle des Feuers liegt, als die Seite A, so ist sie auch etwas weniges kälter, und ihre Dünste besitzen auch nur etwas geringere ausdehnende Kraft, als die auf der Seite A.

Eben

*) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 286 f.

Eben dasselbe geschiehet bey der Ladung der leidner Flasche, wenn man nur statt Wasserdämpfe das elektrische Fluidum, statt Feuer das fortleitende elektrische Fluidum, und statt Wasser die elektrische Materie setzet. Daraus ist es nämlich begreiflich, daß die eine Seite bis zu einem gewissen Größten elektrische Materie anziehen muß, indem die andere mehr erhält, wenn nur jene mit leitenden Körpern umgeben ist. Der Zustand also, in welchem sich bey der Ladung die beyden Seiten der Flasche befinden, ist dieser: die Menge der elektrischen Materie ist auf der Seite A sehr vermehrt, und auf der Seite B sehr vermindert; auf jener Seite ist aber die Vermehrung weit größer, als die Verminderung auf der andern, weil die Entfernung, welche die Dicke des Glases zwischen sie setzt, den Hang des fortleitenden Fluidums, welches auf die Seite A gekommen ist, sich zur Seite B zu begeben, in eben dem Maße vermindert, als letztere von ihrem elektrischen Fluidum durch die umgebenden leitenden Körper verlieret. Das elektrische Fluidum auf der Seite A besitzet die nämliche ausdehnende Kraft, als das Fluidum der Quelle, welche die Ladung hervorgebracht hat; das elektrische Fluidum auf der Seite B aber besitzet eben die ausdehnende Kraft, welche die umgebenden Leiter haben. Das fortleitende Fluidum hat endlich in der ganzen Flasche an Menge zugenommen, und das in der äußern Belegung befindliche hält mit dem des Bodens das Gleichgewicht.

Aus diesem Zustande der Flasche nach der Ladung läßt sich nun auch unmittelbar die Erscheinung des Entladens herleiten, welche hervorgebracht wird, wenn man abwechselnd die beyden Belegungen berühret. Wegen des Gleichgewichtes der in der äußern Belegung enthaltenen Elektricität mit der des Bodens kann das Berühren des B keine elektrische Wirkung hervorbringen. Es geschiehet also das erste wirksame Berühren bey der Belegung A, weil alsdann ihr dadurch die Menge des elektrischen Fluidums geraubet wird, was sie über den elektrischen Zustand des Bodens besaß.

besaß. Sie wird sich also sodann mit ihm in elektrisches Gleichgewicht setzen, indem sie jedoch immer einen Ueberfluß an elektrischer Materie behält, welche aber auf dieser Seite aus Mangel an fortleitendem Fluidum unbeweglich bleiben wird, und das Mittel ihr eine neue Menge von diesem Fluidum zu verschaffen ist, daß man alsdann die Seite B berühret; denn durch die Berührung der innern Seite geht fortleitendes Fluidum aus dem ganzen Apparate, folglich auch aus B in den Boden, dadurch verlieret B an ausdehnender Kraft, und kömmt mit demselben aus dem Gleichgewicht; wenn man also sodann diese Belegung berühret, so wird sie wieder elektrisches Fluidum aufnehmen, bis das Gleichgewicht wieder mit dem Boden hergestellet ist. In dieser zweyten Operation zersetzt sich ein Theil des elektrischen Fluidums, welches aus dem Boden kömmt; sein fortleitendes Fluidum geht durch die Platte um sich auf die Seite A zu begeben, und dadurch setzt es elektrische Materie auf der Seite B ab, und entreißt hier von der Seite A etwas, wodurch seiner Belegung elektrisches Fluidum zugeführet wird, so daß der ganze Apparat beynahe wieder in eben dem Zustande sich befindet, als er vor dem ersten Berühren war; mithin kann wieder ein Funke aus A gezogen werden u. s. f. Auf diese beschriebene Art erhält B bey jedem aus A herausgelockten Funken neue elektrische Materie, bis endlich beyde durch Fortsetzung des Verfahrens beynahe noch gleich viel besitzen, und die Flasche entladen ist. Bey der plötzlichen Entladung erfolgen alle diese angegebenen Wirkungen durch eine unendlich schnelle Succession auf einander; jedoch ist sie aber nie vollständig, weil die elektrische Materie an den nicht leitenden Substanzen sehr fest anhängt.

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität, an verschiedenen Stellen. **Priestley** Geschichte der Elektricität durch Krünitz an verschiedenen Stellen.

Flaschenzug, Polyspast (polyspastus, polyspaston, polyspaste) ist eine mechanische Anordnung von zwey Flaschen oder Kloben zusammengesetzet, so daß eine jede mehrere Rollen enthält. Besitzet der obere Kloben (fig. 78.) zwey Haken l und c, deren einer l an einer Unterstützung gehörig befestiget ist, an den andern aber bey c ein Seil geknüpfet ist, welches wechselsweise um eine untere und obere Rolle geführet ist, bis es zuletzt von i nach k herabhängt, so heißt eben eine solche Zusammenordnung mehrerer oberer und unterer Rollen ein **Flaschenzug**. Unten bey m wird alsdann an einem Haken die Last q angehängt, welche mittelst der in k angebrachten Kraft in die Höhe gezogen werden kann. Nimmt man an, daß das an der untern Flasche angehängte Gewicht q alle Seile des Flaschenzuges also ziehet, daß sie unter sich vollkommen parallel sind, so erhält alsdann eine in k angebrachte Kraft p mit der Last q das Gleichgewicht, wenn die Kraft p in der Last q so vielmahl enthalten ist, als die Einheit in der Anzahl der Seile, welche an den untern Rollen befindlich, enthalten ist. Denn wenn alle Seile vollkommen parallel sind, so müssen selbige von der Last q gleich stark gespannt werden, wenn die Kraft p mit der Last q das Gleichgewicht halten soll. Demnach muß ein jedes Seil einen eben so großen Theil von der Last q tragen, als jedes aller übrigen. Daraus erhellet, daß dieser Theil der Last gefunden werde, wenn man die Last durch die Zahl der Seile der untern Rollen dividiret, und dieser Theil ist es, welcher als Kraft p die Last q im Gleichgewicht hält. Wenn z. B. die Last q = 1000 Pfund, und die Anzahl der untern Seile = 6 ist, so ist $p = \frac{1000}{6} = 166\frac{2}{3}$ Pfund, welche mit 1000 Pfund das Gleichgewicht halten. Ueberhaupt sey die Anzahl der Seile der untern Rollen = n, die Last = q, und die Kraft = p, so hängen diese drey Größen an einem Flaschenzuge so von einander ab, daß die dritten leicht gefunden werden können, wenn zwey davon gegeben sind. Es ist nämlich $p = \frac{q}{n}$, also $q = np$ und $n = \frac{q}{p}$.

Es

Es könnte auch das Seil an dem untern Kloben bey a befestiget, und wechselsweise über eine obere und untere Rolle geführet seyn, alsdann müßte aber die am Seile angebrachte Kraft entweder hinauswärts ziehen, oder wenn sie unterwärts nicht ziehen sollte, so müßte am untern Kloben eine Rolle weniger als am obern sich befinden. Hätte also der untere Kloben nur 2 und der obere 3 Rollen, so würde die Kraft p im Falle des Gleichgewichtes dem fünften Theil der am Flaschenzuge angebrachten Last gleich seyn.

Sobald die Kraft p größer wird, als der Theil von der Last q, welchen ein jedes Seil träget, so muß die Kraft p sinken, und die Last q steigen. Wenn aber dieß geschiehet, so muß das Seil, woran die Kraft p angebracht ist, länger werden, und die Seile des Flaschenzuges müssen sich verkürzen. Würde z. B. die Last q um einen Fuß von der Kraft p gehoben, so muß die Kraft p um so viele Fuß sinken, als Seile an den untern Rollen vorhanden sind. Demnach verhält sich beym Flaschenzuge die Last q zur erhaltenden Kraft p umgekehrt, wie der Weg der Kraft zum Wege der Last. Je mehr demnach Rollen im Flaschenzuge sind, desto mehr kann durch eine geringe Kraft gehoben werden. Allein alsdann findet aber auch das Statt, was bey allen übrigen Maschinen Statt hat, daß das, was an Kraft gewonnen wird, an Raum oder an der Zeit verloren gehet. Soll bey dem vorhin angegebenen Beyspiele, die Last um 1 Schuh gehoben werden, so muß sich ein jedes Seil, welches sie spannt, um 1 Fuß, mithin das ganze Seil um 6 Fuß verkürzen, und die Kraft, welche das Seil ziehet, muß 6 Fuß weit sich fortbeweget haben.

Bey der bisher angegebenen Theorie wird vorausgesetzet, daß alle Seile unter sich parallel sind; dieß findet aber in der Ausübung so schlechterdings nicht Statt. Dadurch wird eine kleine Abweichung in der Regel verursachet, die aber doch so beträchtlich groß nicht ist, je weiter der untere Kloben von dem obern entfernet ist. Um sie ganz zu vermeiden, hat man vorgeschlagen, die Rollen neben einander zu stellen;

 allein

allein alsdann laufen die Seile seitwärts schief und klemmen die Rolle; daher ist es vortheilhafter, bey der gemeinen Einrichtung zu bleiben, zumahl da die Unbeugsamkeit der Seile und das Reiben der Bewegung weit beträchtlichere Hindernisse setzen.

Die Winde und der Flaschenzug sind die gemeinsten Hebezeuge, wodurch beträchtliche Lasten in die Höhe gehoben werden. Wird der Flaschenzug mit der Winde zugleich verbunden, so lehret die Mechanik, daß mit einer solchen Verbindung erstaunliche Lasten in die Höhe gezogen werden können.

Verschiedene Abänderungen und Verbindungen des Flaschenzuges findet man beym **Leupold** in Theatro machinarum generali Cap. III. §. 63. Tab. XXXV. XXXVI.

Fliehkraft, s. **Schwungkraft.**

Flintglas, weißes Krystallglas, Kieselglas ist eine Art von Glas, welche in englischen Glashütten zubereitet wird, und durch Erfindung der achromatischen Fernröhre berühmt geworden ist. Es fand nämlich der ältere **Dollond** in England, daß dieses Glas durch eine gehörige Verbindung mit Kronglase ganz farbenlose Bilder darstellte.

Das Brechungsverhältniß für das Flintglas gibt **Dollond** in einem Briefe an **Klingenstierna**, den **Clairaut** anführet, wie 1,583:1 an; nach dem **Dúc de Chaulnes** aber ist es wie 1:0,628 (m. s. den Artikel **Brechung** Th. I. S. 449). Die Brechung des Lichtes im Flintglase ist also nur etwas weniges geringer, als die im Crownglase. Die Farbenzerstreuung hingegen ist im Flintglase beträchtlich größer als im Crownglase, indem das Farbenbild im Flintglase wenigstens um $\frac{1}{3}$ größer ist, als das Farbenbild im Crownglase unter übrigens gleichen Umständen.

Ueber die Bestandtheile dieser Glasart hat man verschiedene Versuche angestellet. **Zeiher** in Petersburg fand, daß ein Zusatz von Bley die Farbenzerstreuung vergrößerte. Hiervon so wohl, als auch von den Schwierigkeiten, eine ähnliche Glasart, wie das Flintglas ist, in Deutschland nachzumachen, findet man schon hinlänglich angeführet unter

den

den Artikeln **Farbenzerstreuung** und **Fernröhre, achromatische.**

Flötz, s. **Gang.**

Flötzgebirge, s. **Berge.**

Florentiner Thermometer, s. **Thermometer.**

Flüchtig (volatile, volatil). Einen Körper nennt man flüchtig, wenn er sich durch Einwirkung der Wärme in Dämpfe oder Gasarten verwandeln läßt. Das Flüchtige wird dem Feuerbeständigen entgegengesetzet. M. s. **Feuerbeständig.**

Es ist sehr wahrscheinlich, daß es in der Natur keine Materie gibt, welche nicht flüchtig wäre. Ueberhaupt lehret die Erfahrung, daß verschiedene Materien auch verschiedene Grade der Hitze zur Verflüchtigung derselben erfordern, und ohne Zweifel sind die uns bekannten Grade der Hitze nicht hinreichend, gewisse Materien, die wir als feuerbeständig betrachten, flüchtig zu machen. So lehren auch schon Versuche, daß Körper in der uns bekannten größten Kohlenhitze ausgesetzet, feuerbeständig sind, da sie in der Hitze der Brennspiegel in Dampf davon gehen. Die Ausdrücke, flüchtig und feuerbeständig sind daher eigentlich nur relative Begriffe, indem ein Körper in Vergleichung mit einem andern nur alsdann flüchtig genannt wird, wenn ersterer bey einerley Wärmegrad in Dampf davon gehet, der andere aber nicht, welcher also hier als feuerbeständig betrachtet wird.

Auf die verschiedenen Grade der Flüchtigkeit der verschiedenen Materien gründen sich in der Chemie verschiedene Operationen, als Abdampfen, Destilliren, Sublimiren.

Durch die Expansivkraft der Hitze werden die durch die Wärme aufgelöseten Theile mit fortgerissen, und es kömmt nur darauf an, ob sich die Wärmematerie mit den verflüchtigten Theilen nur adhärirend, oder chemisch verbindet; im ersten Falle machen sie alsdann eigentliche Dünste, Dämpfe, im andern Gas aus. Alle durch die Hitze verflüchtigten Dämpfe oder Gasarten steigen, wenn sie nicht zu besondern Zwecken aufgefangen werden, in die atmosphärische Luft, und

verbinden oder vermischen sich mit ihr. Die Dämpfe besonders werden sogleich sichtbar als Rauch oder Dunst, wenn sie kältere Luft berühren. Sobald die Luft nicht mehr im Stande ist, die in ihr aufgestiegenen Dämpfe oder Dünste zu erhalten, so werden sie niedergeschlagen, wobey die verflüchtigten Materien wieder auf die Erde fallen. Auch selbst die aufgestiegenen Gasarten können in der atmosphärischen Luft zersetzet werden, durch Operationen, welche uns noch nicht bekannt sind.

Flüsse, Ströme (flumina, fluuii, amnes, fleuves, rivières) heißen größere in Vertiefungen der Erde fließende Gewässer, welche aus dem Zusammenfluß von Quell- und Bachwasser entstanden sind, und zuletzt ins Meer sich ergießen. Diejenigen Flüsse, deren Wasser reissend ist oder schnell fließt, nennt man insbesondere Ströme, ob man gleich auch unter Strömen oft die größern schiffbaren Flüsse versteht, ohne auf die Schnelligkeit und Geschwindigkeit des fließenden Wassers Rücksicht zu nehmen.

Das fließende Wasser auf der Oberfläche unserer Erde entstehet ursprünglich aus den Quellen, wovon sich die mehresten und stärksten allemahl an denjenigen Orten befinden, wo zahlreiche und beträchtlich hohe Gebirge angetroffen werden. Durch den Zusammenfluß des Wassers solcher Quellen bilden sich alsdann Bäche, Flüsse und Ströme. Daher erhalten die Flüsse ihren Ursprung von unterirdischen Wasserbehältern oder Seen. M. s. Quellen.

Man hat auch behauptet, daß Flüsse unmittelbar aus großen Seen auf der Oberfläche der Erde entspringen könnten. So geht der Niger vom See Bournou, der Nil vom See Gambra, der Amazonenfluß vom See Lauricocha u. s. f. aus; allein es ist wohl gewiß, daß diese Seen ihr Wasser von beträchtlich großen Bächen erhalten, welche sich in einen solchen See ergießen, und welche daher eher für den Anfang der Flüsse gehalten werden können. Denn man kann doch gewiß nicht behaupten, daß die Rhone von dem Wasser entspringe, welches bey Genf aus dem See Leman in die Rhone

gehet, sondern man muß den Strom des St. Gotthardt, welcher in das Thal Sitten herabgehet, für die eigentliche Quelle derselben halten.

Von den Flüssen läßt sich überhaupt sagen, daß sie von der Hauptkette der Berge, auf welchen sie entspringen, fast unter einem rechten Winkel ausgehen. Die große Gebirgskette in Afrika erstreckt sich durch die Berge Leupata vom mittelländischen Meere bis an das Vorgebirge der guten Hoffnung, und alle Flüsse dieses Erdstrichs gehen von dieser Kette fast unter einem rechten Winkel aus, um sich entweder in das atlantische Meer oder in den indianischen Ocean zu ergießen. Zu diesen Flüssen gehören der Niger, der Gambia, der Zaire u. s. f. Auch in Amerika dehnt sich die große Bergkette von einem Pol zum andern aus, und die mehresten Flüsse gehen, indem sie mit dieser Kette fast einen rechten Winkel machen, in das atlantische Meer. In Asien gehen ebenfalls die Gewässer des festen Landes von der Gebirgskette, welche sich von Morgen nach Abend ausbreitet, gegen Mittag und gegen Mitternacht. In Europa hingegen haben die Berge keine so regelmäßige Richtung, als auf den übrigen festen Ländern, daher ist auch der Lauf der Flüsse weniger regelmäßig. Inzwischen hat doch die große Kette dieser Berge eine nordwestliche Richtung, und die Gewässer desselben fließen überhaupt nach Osten oder nach Westen. Diese Regel leidet aber doch durch eine allgemeine andere Ursache Abänderungen. In einem jeden festen Lande findet sich nämlich ein Hauptmittelpunkt aller Berge, und von diesem Punkte gehen alle große Flüsse gleichsam wie Strahlen aus einem leuchtenden Körper aus. Die Gewässer, welche von diesem Mittelpunkte ausgehen, verändern, nach der Beschaffenheit des Bodens, auf welchem sie hinfließen, ihren Lauf etwas, und senken sich dann in die großen Thäler, welche sich an den Bergen hinziehen.

Die Erfahrung hat gelehret, daß die Neigung der Oberfläche der Flüsse ungemein gering ist, so daß ihr Gefälle gewöhnlich auf 1000 Fuß nur einen einzigen Zoll oft noch

weniger beträgt. Nahe am Ursprunge der Flüsse scheint das Gefälle am größten zu seyn, und gegen das Meer hin immer mehr abzunehmen. Ohne Zweifel haben sich die Flüsse ihre Betten selbst ausgehöhlt, welches aus ihrem Laufe erhellet, welcher bald mehr bald weniger gekrümmt und unregelmäßig ist. Die Geschwindigkeit der Flüsse beruhet aber nicht allein auf ihren Gefällen, sondern die Höhe des Wassers hat darauf auch einen sehr großen Einfluß. So können zwey Flüsse einerley Gefälle, aber ungleiche Wasserhöhe haben, und es wird ihre Geschwindigkeit ungleich groß seyn. Dieß bestätiget auch die Erfahrung. Es gibt aber doch manche Umstände, welche die Flüsse in ihren Geschwindigkeiten verzögern. Dahin gehören die Ungleichheiten auf dem Grunde und an den Seiten des Bettes, die Widerstände bey großen Krümmungen, Erweiterungen des Bettes, Inseln u. d. g. Daher wird auch gemeiniglich das Wasser in Flüssen auf der Oberfläche geschwinder, als am Grunde fortfließen, und bey Verengerungen der Flüsse eine größere Geschwindigkeit, bey Erweiterungen derselben aber eine geringere Geschwindigkeit erlangen. Die geschwindesten Flüsse sind der Tiger, der Indus und die Donau. Wenn sich ein schnell laufender Fluß ins Meer ergießet, so behält er seine Geschwindigkeit noch eine Zeitlang, so daß man seinen Weg, welchen er nimmt, eine ziemliche Strecke von dem stillstehenden Wasser unterscheiden kann.

Die Oberfläche der Flüsse steigt und fällt, und es ist das Wasser in selbigen nie unreiner, als zu der Zeit, da sie am höchsten sind. Aber eben zu dieser Zeit fließen sie gerade am schnellsten, wenn sie nicht etwa über die Ufer treten, und Ueberschwemmungen verursachen, wodurch sie in ihrer Geschwindigkeit entweder ganz oder zum Theil verlieren, und es fallen die irdischen Theile, welche mit dem angeschwollenen Wasser verbunden sind, nieder, und sondern sich von ihm ab. Dieses geschiehet vorzüglich an der Mündung der Flüsse, indem sie hier ihre Bewegung beynahe gänzlich verlieren und sich mit dem Meere vermischen. Daher kömmt es, daß

sich

sich hier Erde und Schlamm so stark anhäufen, daß es der Schifffahrt sehr nachtheilig ist. Ja die Ufer dehnen sich daselbst wohl noch weiter aus, und verursachen, daß der Fluß nach und nach eine beträchtliche Breite erhält. Eben daher kömmt es auch, daß bey Ueberschwemmungen auf dem festen Lande irdische Theile aus dem Wasser niedergeschlagen werden, welche so viel zur Nahrung der Pflanzen beytragen, und an den mehresten Orten, wo starke Flüsse vorbeyfließen, wenigstens jährlich einmahl dergleichen fruchtbare Erde absetzen. Durch dergleichen Bodensätze werden aber auch natürlich die Länder erhöhet, indem sich auf ihnen nach jeder Ueberschwemmung eine neue Erdschichte setzet.

Die berühmteste unter den jährlichen Ueberschwemmungen der Flüsse ist die des Nils. Sie trifft in Aethiopien, wo es vom April bis in September regnet, schon zu Ende des May, in Aegypten aber im Junius ein, steigt 46 Tage, und fällt eben so lange. Besonders ist hierzu der Nordwind sehr günstig; er treibt nämlich die Wolken gegen die Gebirge im innern Afrika und verhindert den Ausfluß des Nils. Sobald sich aber ein Südwind erhebet, so fällt auch das Wasser in einem Tage vier Mahl so viel, als es gestiegen ist. Weil nun durch die jährlichen Bodensätze das Land immer höher wird, so ist es natürlich, daß jetzt das Wasser weit höher, als vor Alters steigen muß, ehe dergleichen Ueberschwemmungen erfolgen. Die Höhe des Wassers wird durch den so genannten Nilmesser bestimmt, dergleichen nach dem Berichte des **Diodor** die ältesten Könige zu Memphis errichten ließen. Der jetzige Nilmesser steht Alt-Cairo gegen über am südlichen Ende der Insel Rodda. Er besteht aus einer mehr als 50 Fuß hohen Säule, in drey Haupttheilen, jede von 8 constantinopolitanischen Ellen, getheilt, und in ein Viereck eingeschlossen, welches auf einem Gewölbe ruhet, unter welchem der Fluß durchgeht. Wenn das Land jetzt vom Wasser überschwemmt werden soll, so muß es an die 50 Fuß Höhe anschwellen, da es sonst in den alten Zeiten um 16 Fuß und im ersten Jahr-

hundert

hundert nach Christi Geburth nur 32 Fuß zu steigen brauchte, wenn man sich auf die Angaben des **Herodot** und des **Plinius** verlassen kann.

Die beträchtlichsten Veränderungen erleiden die Betten der Flüsse kalter Länder vorzüglich im Frühjahre, wenn das Eis sich hebet. Denn gemeiniglich thaut das Eis in stark gefrornen Flüssen zuerst an der einen Seite auf, und das angeschwollene Wasser drängt sich, auch wenn es schon einiges Eis gehoben, und mit sich fortgenommen hat, in einen engen Raum zusammen, nimmt daher in der Geschwindigkeit beträchtlich zu, und reißt alles mit fort, was selbigem im Wege stehet, Sandbänke, Inseln, und wühlt den Grund im Boden auf, setzt die aufgerissene Erde an derjenigen Seite ab, wo das Wasser langsam fließt. Auf diese Weise entstehen neue Inseln, Sandbänke, und der Strom macht sich einen neuen Weg. Auf eine ähnliche Art machen sich die Flüsse auf dem Boden ein gerades Bette, wenn das Wasser auf selbigen Ungleichheiten antrifft. Denn hat der Boden des Flußes an irgend einer Stelle einen starken und kurz darauf einen geringen Fall, so muß der Fluß an jener Stelle schnell und an dieser langsam fortgehen; folglich reisset er an jener Stelle Erde mit sich fort, und setzt sie an dieser nieder. Auf diese Weise wird der erhabene Theil immer niedriger, und der Boden ebnet sich nach und nach von selbst. So haben sehr wahrscheinlich die Flüsse allenthalben, wo sie in ihrem Laufe Unebenheiten angetroffen haben, diese von selbst weggeschafft. Allein im felsigen Boden hatte das Wasser nicht Kraft genug, dergleichen Unebenheiten wegzubringen. Erniedriget sich nun der felsige Grund in solchen Flüssen sehr schnell, so findet man an solchen Stellen Wasserfälle. Oft sind diese Wasserfälle nicht hoch, aber oft strömt auch ein ganzer Fluß auf ein Mahl aus einer beträchtlichen Höhe herab. Vorzüglich trifft man dergleichen Wasserfälle in gebirgigen Gegenden bey Wasserbächen häufig an, welche oftmahls von einer

sehr

sehr beträchtlichen herabstürzen und das Wasser durch den Fall in einen feinen Staub verwandeln.

Im Ganzen hat die Oberfläche des festen Bodens eine beständige Neigung gegen das Meer hin, welche anfänglich von der höchsten Gegend an am stärksten, nahe am Meere aber fast unbemerklich ist. Die Flüsse also, welche von den höchsten Gegenden des festen Landes kommen, finden alle Mahl eine starke Neigung vor sich, nahe am Meere aber bewegen sie sich fast im horizontalen Boden. Daraus läßt es sich nun begreifen, daß die Flüsse mehrentheils auf den höchsten Gegenden oft auf weite Strecken ein geradliniges Bette sich selbst gemacht haben, da im Gegentheil selbiges desto unregelmäßiger und krummliniger wird, je näher die Flüsse dem Meere zu kommen. Denn ohne Zweifel haben sich die Flüsse in dem letzten Falle nach dem wenigsten Widerstande hin gelenket, weil der Boden beynahe wagrecht ist. Vermuthlich ist dieß auch die Ursache, weshalb die Flüsse sich in verschiedene Arme theilen, ehe sie sich ins Meer ergießen. Die großen Flüsse, welche zur Seite andere kleine aufnehmen, werden der Erfahrung gemäß daselbst alle Mahl breiter; jedoch ist die Breite des vereinigten Stroms allezeit kleiner, als die Summe der Breiten der einfachen Flüsse.

Obgleich fast alle fließende Gewässer ins Meer oder in Seen gehen, so gibt es doch auch einige, die sich in der Erde verlieren, als der Loiret und die Ivette. Hiervon findet man bey den Alten viele Fabeln erzählet; der Alpheus sollte unter dem Meere fortgehen, bis zur Quelle Arethusa in Sicilien; was man in diesen Fluß werfe, komme in der Quelle wieder hervor, wovon aber **Strabo** schon das Ungereimte bemerket. Andere Ströme, wie z. B. die Rhone bey der Brücke Lucey, die Maaß über Neufchateau u. s. verweilen nur einige Zeit unter der Erde, und kommen dann wieder zum Vorschein; die Maaß geht an dem erwähnten Orte $1\frac{1}{2}$ französ. Meile weit unter der Erde fort, und tritt dann eben so stark, wie sie vorher gewesen war, wieder hervor;

vor; eben diese Bewandniß hat es auch mit dem Flusse Vichery bey Neufchateau, welcher drey französ. Meilen weit unter der Erde fortgehet, ferner mit dem Flusse Fauche, Vesaigny, Ecot, Clinchang und mit drey andern Gewässern, die alle in der Gegend von Neufchateau verschwinden. An der Seite von Alençon und bey Rochefoucauld in der Provinz Angoumois verlieren sich gleichfalls einige Flüsse, z. E. die Rille, der Jtan, die Aune, der Sopandre u. s. f. unter der Erde und gehen in unterirdische Höhlen über.

Die Menge Wassers, welche die Flüsse ins Meer führen, ist erstaunlich groß. Nach einer von **Keil** *) angestellten Berechnung, wobey er den Po zum Beyspiele annimmt, soll sich das Meer, wenn es trocken wäre, von allen Flüssen der Erde binnen 812 Jahren anfüllen. Die Breite des Po ist nämlich da, wo er seinen Anfang nimmt, 100 Ruthen, oder die Ruthe = 10 Fuß gesetzet, 1000 Füß, und die Tiefe 10 Fuß. Die Geschwindigkeit dieses Flusses macht, daß er in einer Stunde 4 italiänische Meilen, die Meile 955 Toisen gerechnet, durchläuft, und bringt also dem Meere in einer Stunde 200000 Cubikruthen, und in einem Tage 4000000 zu; eine italiänische Cubikmeile enthält 125000000 Cubikruthen, und so ergießt folglich der Po in 26 Tagen eine italiänische Cubikmeile Wasser ins Meer. Nach **Riccioli** ist der Erdboden, von dem das Wasser in den Po zusammenfließet, 380 italiänische Meilen lang und 120 breit, sein ganzer Raum beträgt also 45600 italiänische Quadratmeilen; die Oberfläche der festen Länder ist = 85490506 italiän. Quadratmeilen, welche durch 45600 dividiret den Quotienten 1874 geben; folglich bringt der Po nur $\frac{1}{1874}$ des Wassers, welches alle übrige Flüsse der Erde dem Meere zuführen, in dasselbe. Allein 26 dem Po ähnliche Flüsse würden in einem Tage eine italiän. Cubikmeile, und 1874 solche Flüsse würden in einem Jahre 26308 solche Meilen Wasser dem Meere zuführen, woraus folgt, daß alle

*) Examination of Burnet's theory. Lond. 1734. p. 126. u. Buffon histoire natur. générale et part. Vol. I. p. 356.

alle die Flüsse in einer Zeit von 812 Jahren 21372626 italiän. Cubikmeilen Wasser in das Meer bringen würden, welches nach einem ungefähren Ueberschlag eben so viel Wasser betragen würde, als das Meer enthält.

Nach einer andern Berechnung des **de la Metherie** beträgt die Wassermenge, welche die Flüsse dem Meer zuführen, bey weiten nicht so viel. Er nimmt nämlich nach einem Ueberschlage an, daß die Flüsse in Frankreich etwa 9000 Millionen Cubiktoisen Wasser dem Meere überbringen. Verhielt sich nun die Oberfläche der festen Länder zur Oberfläche Frankreichs wie 444 : 1, und man nähme zugleich an, daß alle Flüsse der festen Länder verhältnißmäßig eben so viel Wasser in das Meer ergießen, als dieses von den Flüssen Frankreichs erhält; so wird die ganze Menge Wassers, welches mittelst der Flüsse ins Meer übergehet, 444 × 9000 Millionen oder 3996000 Millionen Cubiktoisen ausmache. Eine Cubikmeile von 2283 Toisen enthält 11717550189 Cubiktoisen, und so würden also nach jener Voraussetzung alle Flüsse des Erdkörpers jährlich nur 341 Cubikmeilen Wasser in das Meer bringen. Nimmt man nun nach einem ungefähren Ueberschlage die Menge Wassers im Meere 1530320 französ. Cubikmeilen an, so würde ein Zeitraum von 4488 Jahren erfordert werden, wenn die Flüsse eine solche Menge Wassers, die der Menge im Meere gleich ist, in selbiges bringen sollten.

Uebrigens ist sehr leicht zu begreifen, daß dergleichen Resultate auf keine Weise zuverlässig gefunden werden können. Denn offenbar muß zur Zeit anhaltender Regen mehr Wasser dem Meere zugeführet werden, als zur Zeit der Trockenheit, und wie vieles Wasser verdunstet nicht, welches folglich gar nicht mit in Anschlag gebracht werden kann. Auch ist es gar nicht mathematisch richtig anzunehmen, daß nach dem Verhältnisse der Oberfläche aller festen Länder gegen ein Stück desselben alle Flüsse der festen Länder Wasser dem Meere zuführen, indem das Wasser in den kalten Ländern lange so stark nicht verdunstet als in den heißen.

Alle

Alle diese Umstände beweisen die Unzuverlässigkeit solcher Berechnungen über die großen Erscheinungen der Natur.

M. s. **Torb. Bergmann** physikalische Beschreibung der Erdkugel durch **Röhl** Greifsw. 1780. gr. 8. B. I. S. 316. f. **de la Metherie** Theorie der Erde a. d. Franz. von **Eschenbach**. Leipz. 1797. 8. Th. II. S. 287. f.

Flüssige Körper s. **Körper flüssige**.

Flüssigkeit (fluiditas, fluidité) heißt der Zustand der flüssigen Körper. Auch versteht man unter dem Worte Flüssigkeit sehr oft die flüssigen Körper selbst. So sagt man z. B. Wasser ist eine tropfbare Flüssigkeit, Luft eine expansible Flüssigkeit. u. s. f.

Fluß (fluxus, flux). Unter diesem Worte versteht man oft die Schmelzung selbst. So sagt man z. B. das Erz ist in Fluß gekommen, welches eben so viel bedeutet, als es ist geschmolzen.

Auch versteht man unter den Nahmen **Flüsse** einen Zusatz zu den Erzen, um die Schmelzung derselben zu befördern, welche im Großen beym Hüttenwesen auch **Zusätze** genannt werden. Gewöhnlich dienen hierzu fixe Laugensalze, der Borax, der Salpeter, der Weinstein und das gemeine Küchensalz. Gleiche Theile Salpeter und roher Weinstein mit einander vermischt, und in einem glühenden Schmelztiegel nach und nach verpuft, geben einen **weißen Fluß** (fluxus albus, sal tartari extemporaneum); das noch nicht verpufte Gemisch hierzu **roher Fluß** (fluxus crudus). Nimmt man hingegen zu einem Theile Salpeter zwey bis drey Theile rohen Weinstein, mischt alles gehörig zusammen und verpuft das Gemisch, so erhält man den **schwarzen Fluß** (fluxus niger), welcher wegen der noch nicht gänzlich zerstörten Kohle des Weinsteins schwarz aussieht. Auch gehöret hierher **Baume's** schneller Fluß, welcher ein angezündetes Gemisch aus drey Theilen Salpeter, ein Theil Schwefel und ein Theil Sägespäne, mit welchem man eine kleine Silbermünze in einer Nußschale schmelzen kann.

Auch

Auch versteht man zuweilen unter **Flüsse** die künstlichen Edelgesteine oder farbigen Gläser, welche durch Beymischung von Kalken und Gläsern der Metalle mit andern erdigen und salzigen Gläsern verfertiget werden.

Flußspathsäure, Spathsäure, Flußsäure (acidum fluoris mineralis, acidum fluoricum, acide spathique, acide fluorique) heißt diejenige mineralische Säure, welche aus dem Flußspathe durch eine Destillation mittelst anderer Säuren erhalten wird. Durch eine von **Marggraf** [a]) vorgenommene Destillation des Flußspathes, ward **Scheele** [b]) auf die Entdeckung dieser Säure geleitet. Man gewinnt sie auf folgende Art: es wird über klar geriebenen Flußspath starkes Vitriolöl gegossen, und über bleyerne oder zinnerne Retorten abdestilliret, wobey die metallischen Vorlagen halb mit Wasser angefüllet werden. Sie entwikkelt sich bey einem geringen Grad von Wärme in Gestalt weißer Dämpfe, und verbindet sich mit dem Wasser in der Vorlage. Sie hat sehr viele Aehnlichkeit mit der salzigen Säure im Geruch und Geschmack und in ihrer Flüchtigkeit. In fester Gestalt läßt sie sich nicht darstellen, und ohne vorgeschlagenes Wasser bey der Destillation nicht erhalten. Im wasserfreyen Zustande ist sie eigentlich gasförmig. Sie hat die vorzüglich merkwürdige Eigenschaft, daß sie die Kieselerde nicht nur auflöset, sondern sie selbst in Dampfgestalt mit fortführet. Daher ist man auch genöthiget, metallene Gefäße bey ihrer Gewinnung zu gebrauchen, weil sie die gläsernen angreift. Dieser Eigenschaft wegen dienet sie auch zur Aetzung ins Glas. Indessen wird sie aus allen metallenen Gefäßen nicht ganz rein gewonnen, indem sie noch etwas Metall aufgelöset enthält. Vorzüglich rein wird sie aus silbernen Gefäßen erhalten.

Ueber

a) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Berlin 1768.
b) Schwed. Abhandl. auf das Jahr 1771; und in Crells chemisch. Journ. Th. II. S. 102 f.

Ueber gläserne Gefäße destilliret, setzt sie das aufgelösete Glas, sobald sie das Wasser in der Vorlage berühret, in Gestalt einer erdigen Rinde ab. Anfänglich war man über die Beschaffenheit dieser erdigen Rinde ungewiß; **Scheele** und **Bergmann** hielten sie für wahre Kieselerde, welche aus der Verbindung der flußspathsauren Dämpfe mit dem Wasser ganz neu entstanden und erzeuget wären; Herr **Achard** [α]) dagegen behauptete, daß sie eine ganz besondere eigene Erde sey, welche sich mit der angewendeten Schwefelsäure verflüchtige, und es auch mit andern Säuren thue, durch Alkalien wieder davon getrennt werde, und alkalischer Natur sey. Er nennt sie **flüchtige Flußspatherde**. Den wahren Ursprung hat zuerst **Wiegleb** [β]) aufgedeckt, indem er bey genauerer Untersuchung fand, daß die zur Destillation der Spathsäure angewendete Retorte eben so viel vom Gewichte abgenommen hatte, als die erhaltene erdige Substanz betrug und die Retorte inwendig zerfressen war; daher schloß er, daß diese Erde aus dem Flußspathe nicht herrühre, sondern durch die eigene Säure desselben aufgelösetes und abgesetztes Glas sey, und daß hierin vorzüglich die Flußspathsäure von allen übrigen Säuren wesentlich verschieden sey. Diese Folge ist nun für ganz völlig wahr befunden worden, nachdem Herr **Scopoli** in silbernen vergoldeten, Herr **Wenzel** in bleyernen, und Herr **Meyer** in zinnernen Gefäßen die Flußspathsäure gewannen, und hierbey nichts von dieser erdigen Substanz erhielten. Beym Zusatz des Quarzes und des Sandes erhielten sie aber alle Erscheinungen, wie bey der Destillation aus gläsernen Retorten. Daß diese erdige Substanz nach Hrn. **Achards** Versuchen schmelzbar war, rührte bloß von dem der aufgelöseten Kieselerde beygemischten Alkali her.

Der Rückstand nach der Destillation des Flußspathes mit Vitriolöl ist ein wahrer Gyps, wenn anders Schwefelsäure

α) Samml. phys. chem. Abhandl. B. I. S. 332. und Crells chem. Annal. Jahr. 1785. B. I. S. 145.

β) Crells neueste Entdeckungen. Th. I. S. 3.

säure genug ist angewendet worden. Es besteht also der Flußspath aus Kalkerde und seiner eigenen Säure.

Die in gläsernen Gefäßen destillirte Flußsäure liefert mit dem Laugensalze ein gallerartiges Gemisch und keine Krystallen; ist sie aber von der Kieselerde rein, so läßt sich alsdann nach **Wenzel** diese **flußspathsaure Pottasche** krystallisiren. Mit der Kalkerde gibt die Flußspathsäure eine im Wasser völlig unauflösliche Verbindung, und tröpfelt man diese Säure zum Kalkwasser, so entsteht sogleich ein Niederschlag, der flußspathsaure Kalkerde ist; dergleichen ist auch der natürliche **Flußspath** (fluor mineralis s. spatosus), welcher wegen seiner Unauflöslichkeit nicht zu den Salzen, sondern zu den Steinen oder Erden gehöret. Dieser kömmt in schönen würfligen Krystallien mehr oder weniger durchsichtig und von den schönsten und mannigfaltigsten Farben vor. Im Feuer ist er schmelzbar, läßt aber dabey seine Säure nicht fahren. Im Flusse löst er andere Erdarten auf, und wird deßwegen im Hüttenwesen als Zuschlag beym Schmelzen gebrauchet, wovon er auch den Nahmen erhalten hat. Im Dunkeln leuchtet er beym Erhitzen.

M. s. **Gren** Handbuch der gesammten Chemie Th. I. Halle 1794 8. S. 524. f.

Flußspathsaures Gas s. **Gas, flußspathsaures.**

Fluth und Ebbe. Zu den unter dem Artikel, **Ebbe und Fluth**, angegebenen Erklärungen über diese merkwürdigen Erscheinungen muß ich noch eine vom Herrn **la Place** beyfügen, welche alle diejenigen Zweifel, die man der Newtonischen Theorie noch entgegenstellen könnte, zu heben suchet.

Bekanntlich suchte **Newton** die Gesetze der Ebbe und Fluth nach der Voraussetzung zu bestimmen, daß das Meer unter der Einwirkung der Sonne und des Mondes in jedem Augenblicke im Gleichgewichte seyn würde. Zwar nahm dieser große Geometer auch auf die Umdrehungsbewegung der Erde Rücksicht, um das Zurückbleiben der Ebbe und Fluth hinter den Durchgängen der Sonne und des Mondes

durch den Meridian zu erklären; allein la Place sagt, der Gang seiner Schlüsse sey nicht befriedigend, und widerspreche außerdem dem Resultate einer genauen Analyse. Eben so nahmen auch die von der Akademie der Wissenschaften zu Paris gekrönten Preisschriften bey ihren Entwickelungen der newtonischen Theorie die Voraussetzung an, daß das Meer unter der Einwirkung der Gestirne, welche es anziehet, in jedem Augenblicke im Gleichgewichte sey. Man kann aber sehr leicht erkennen, daß die Geschwindigkeit der Umdrehungsbewegung der Erde die Gewässer, welche sie bedecken, verhindert, jeden Augenblick die Gestalt anzunehmen, welche dem Gleichgewichte der Kräfte, die sie in Bewegung setzen, angemessen ist. Die Untersuchung dieser Bewegung verbunden mit der Wirkung der Sonne und des Mondes zeigte indessen Schwierigkeiten, welche man nach dem damahligen Zustande der Analyse und den Kenntnissen von der Bewegung der Flüssigkeiten nicht heben konnte. Unterstützt von den nachher über diese beyden Gegenstände gemachten Entdeckungen machte sich la Place über diese schwerste Aufgabe der ganzen Mechanik des Himmels, und nahm dabey die alleinigen Voraussetzungen an, daß das Meer die ganze Erde bedecke, und daß es bey seinen Bewegungen nur kleine Hindernisse finde. Die Resultate, welche er daraus ziehen konnte, stimmten mit der Erfahrung, besonders in Ansehung des kleinen Unterschiedes, welcher in den französischen Häfen zwischen den beyden Fluthen des nämlichen Tages Statt findet, und nach Newtons Theorie sehr groß seyn würde, so genau überein, daß er an der Richtigkeit seiner Theorie gar nicht zweifeln konnte. Hiernach kam er auf das merkwürdige Resultat, daß man, um diesen Unterschied völlig auf Null zu bringen, nur voraus zu setzen brauche, daß das Meer durchaus einerley Tiefe besitze.

Bey alle dem erleiden aber doch die schönen Folgen, welche er aus der Voraussetzung einer über die Erde regelmäßig verbreiteten Flüssigkeit, welche bey ihren Bewegungen nur sehr geringen Widerstand leide, ziehen konnte, manche

manche Einschränkungen. Die Unregelmäßigkeit der Tiefe des Meeres, die Lage und der Abhang der Ufer, ihre Verhältnisse zu den benachbarten Küsten, die Reibungen der Gewässer am Meeresgrunde, und der Widerstand, welchen sie von demselben leiden, alle diese Ursachen, welche sich keiner Berechnung unterwerfen lassen, ändern die Schwingungen dieser großen flüssigen Massen verschiedentlich. Alles, was man dabey thun kann, ist, die allgemeinen Erscheinungen der Ebbe und Fluth, die aus den anziehenden Kräften der Sonne und des Mondes folgen müssen, zu entwickeln, und aus den Beobachtungen die Bestimmungsstücke herzuleiten, deren Kenntniß unumgänglich erforderlich ist, um die Theorie der Ebbe und Fluth in jedem Hafen zu ergänzen. Diese Bestimmungsstücke sind eben so viele willkürliche Größen, welche von dem Umfange des Meeres, von seiner Tiefe und den Localumständen des Hafens abhangen.

Betrachtet man zuerst bloß die Wirkung der Sonne auf das Meer, und setzet dabey voraus, daß dieses Gestirn sich gleichförmig in der Ebene des Aequators bewege; so sieht man leicht, daß wenn die Sonne den Schwerpunkt der Erde und alle Elemente des Meeres mit gleichen und parallelen Kräften anzöge, das ganze System des Erdsphäroides, und der Gewässer, die es bedecken, diesen Kräften mit gemeinschaftlicher Bewegung folgen, und das Gleichgewicht der Gewässer nicht gestört werden würde. Es wird folglich dieß Gleichgewicht nur durch den Unterschied dieser Kräfte, und durch die Ungleichheit ihrer Richtungen gestört. Ein unter der Sonne liegendes Element des Meeres, wird von ihr mehr angezogen, als der Mittelpunkt der Erde; es strebt also von der Oberfläche der letztern zu entfliehen, wird aber durch seine Schwere, welche dieses Bestreben vermindert, auf derselben zurückgehalten. Einen halben Tag darauf steht dieß Element in Opposition mit der Sonne, welche es alsdann schwächer, als den Mittelpunkt der Erde anziehet; die Oberfläche der Erdkugel ist also nun bestrebt, sich von demselben los zu machen, aber die Schwere

des Elementes hält es an ihr fest; diese Kraft wird also noch durch die Anziehung der Sonne vermindert; und da die Entfernung der Sonne von der Erde in Ansehung des Halbmessers der Erdkugel sehr groß ist, so kann man sich leicht davon überzeugen, daß die Verminderung der Schwere in diesen beyden Fällen sehr nahe die nämliche sey. Eine bloße Zerlegung der Wirkung der Sonne auf die Elemente des Meeres ist hinreichend, um zu sehen, daß in jeder andern Lage dieses Gestirns gegen diese Elemente sein Einfluß auf die Störung des Gleichgewichtes derselben nach einem halben Tage wieder die nämliche werde.

Man kann nun als einen allgemeinen Grundsatz der Mechanik festsetzen, daß der Zustand eines Systems von Körpern, wobey die ursprünglichen Bedingungen der Bewegung, durch den Widerstand, welchen es leidet, aufgehoben worden, periodisch sey, wie die Kräfte, von welchen es getrieben wird; es muß folglich jedesmahl nach Verfluß eines halben Tages wieder der nämliche Zustand des Meeres eintreten, so daß man während dieser Zeit ein Mahl Ebbe und ein Mahl Fluth hat.

Das Gesetz, nach welchem das Meer steigt und fällt, läßt sich folgender Maßen bestimmen: man gedenke sich einen vertikalen Kreis, dessen Peripherie einen halben Tag vorstelle, und dessen Durchmesser der totalen Fluth, d. h. dem Unterschiede der Höhen der vollen und der tiefen See, gleich sey; und man setze, daß die Bogen dieser Peripherie, von dem niedrigsten Punkte an gerechnet, die von der tiefen See an verflossenen Zeiten ausdrücken, so werden die Quersinus dieser Bogen die mit diesen Zeiten zusammengehörigen Meereshöhen seyn. Das Meer schneidet also bey seinem Steigen in gleichen Zeiten gleiche Bogen dieser Peripherie ab.

Mitten in einem von allen Seiten freyen Meere findet dieses Gesetz genau Statt; aber in den französischen Häfen werden die Fluthen durch besondere Localumstände etwas davon entfernet. Das Meer braucht daselbst etwas mehr

Zeit

Zeit zum Fallen, als zum Steigen, und zu Brest beträgt der Unterschied dieser zwey Zeiten ungefähr 10½ Minuten.

Je größer ein Meer ist, desto merklicher müssen die Erscheinungen der Ebbe und Fluth seyn. Bey einer flüssigen Masse theilen sich alle Eindrücke, welche ein jedes Element erhält, der ganzen Masse mit; dadurch bringt die bey einem einzelnen Elemente unmerkliche Wirkung der Sonne in dem Weltmeere merkwürdige Erscheinungen hervor. Stellt man sich einen Kanal über den Meeresgrund hin vor, dessen eines Ende in der Meeresfläche in eine lothrechte Röhre ausgehet, deren Verlängerung der Sonne Mittelpunkt trifft. In dieser Röhre wird sich das Wasser, vermöge der Einwirkung dieses Gestirnes, welche die Schwere seiner Elemente vermindert, und überdieß vermöge des Drucks der im Kanale eingeschlossenen Wassertheilchen, erheben, welche sämmtlich sich bestreben, sich unter der Sonne zu vereinigen. Die Erhebung des Wassers in der Röhre, über dem natürlichen Wasserspiegel des Meeres ist das Integral dieser unendlich kleinen Bestrebungen. Wenn die Länge des Kanals zunimmt, so wird dieses Integral größer, weil es sich über einen größern Raum erstreckt, und dabey ein größerer Unterschied in der Richtung und Größe der Kraft, wovon die äußersten Elemente getrieben werden, Statt findet. Man sieht an diesem Beyspiele den Einfluß der Ausdehnung des Meeres auf die Erscheinungen der Ebbe und Fluth, und die Ursache, warum diese in kleinen Meeren, wie im schwarzen und caspischen unmerklich sind.

Lokalumstände ändern die Größe der Fluthen sehr ab. Die wellenförmigen Bewegungen des Meeres können in einer Meerenge sehr groß werden; das Zurückprallen des Wassers von entgegenstehenden Ufern sie noch mehr vergrößern. Daher sind die in den Inseln des Südmeeres durchgängig sehr kleinen Fluthen in den französischen Häfen sehr beträchtlich.

Wenn das Weltmeer ein durch Umdrehung entstandenes Sphäroid bedeckte, und wenn es bey seinen Bewegun-

gen keinen Widerstand litte, so wäre der Augenblick der vollen See zugleich der des obern oder untern Durchgangs der Sonne durch den Mittagskreis; allein es verhält sich damit nicht so in der Natur, und die Lokalumstände bringen, selbst in sehr nahen Häfen, beträchtliche Verschiedenheiten in die Zeit der Fluthen. Um eine richtige Vorstellung von diesen Verschiedenheiten zu erhalten, stelle man sich eine mit dem Meere in Gemeinschaft stehende und sich tief ins feste Land hinein erstreckende weite Röhre vor; man sieht leicht, daß die wellenförmigen Bewegungen, welche an ihrer Mündung Statt haben, sich allmählig durch ihre ganze Länge hin fortpflanzen werden, so daß die Gestalt ihrer Oberfläche durch eine Reihe großer in Bewegung begriffener Wellen sich bilden wird, welche ohne Aufhören sich erneuern, und ihre Länge in Zeit von einem halben Tage durchlaufen werden. Diese Wellen werden in jedem Punkte der Röhre eine Fluth und eine Ebbe bewirken, welche den vorigen Gesetzen folgen werden; Zeiten der Fluth aber werden in eben dem Maße später einfallen, als die Punkte von der Mündung sich mehr entfernen werden. Eben dieß läßt sich nun auch auf die Flüsse anwenden, deren Oberfläche, der entgegengesetzten Bewegung ihrer Gewässer ungeachtet, durch ähnliche Wellen steigt und fällt. Man bemerkt diese Wellen in allen Flüssen nahe an ihrer Mündung; und an der Straße Pauxis im Amazonenflusse sind sie auf 200 Meilen vom Meere noch merklich.

Betrachtet man ferner allein die Wirkung des Mondes auf das Meer, und nimmt an, daß sich dieses Gestirn gleichförmig in der Ebene des Aequators bewege; so ist klar, daß es im Weltmeere eine Ebbe und Fluth bewirken müsse, welche derjenigen ähnlich ist, die aus der Wirkung der Sonne entstehet, und welche einen halben Mondstag zu ihrer Periode hat. Es ist aber die ganze Bewegung eines durch sehr kleine Kräfte getriebenen Systems die Summe der besondern Bewegungen, welche eine jede Kraft besonders ihm würde eingedrückt haben; daher vereinigen sich die zwey durch die Wirkun-

Wirkungen der Sonne und des Mondes erregten partialen Fluthen ohne einander zu stören, und aus dieser Vereinigung entsteht die Fluth, die in den französischen Häfen beobachtet wird.

Hieraus erfolgen die merkwürdigsten Erscheinungen der Ebbe und Fluth. Wegen der verschiedenen Perioden dieser beyden Himmelskörper ist der Augenblick der Mondsfluth nicht immer einerley mit dem der Sonnenfluth. Fallen zwey dieser Fluthen zusammen, so wird die folgende Mondsfluth um den Ueberschuß eines halben Mondstages, über einen halben Sonnentag, d. i., um 1752″, 5 hinter der Sonnenfluth zurückbleiben. Da diese Verspätungen von einem Tage zum andern sich anhäufen, so wird die durch den Mond bewirkte volle See mit der von der Sonne verursachten tiefen See zusammenfallen, und umgekehrt. Wenn die Mondsfluth mit der Sonnenfluth zusammenfällt, so ist die zusammengesetzte Fluth am größten; dieß verursachet die großen Fluthen gegen die Syzygien. Wenn hingegen die volle See von dem einen dieser Gestirne mit der tiefen See von dem andern zusammenfällt, so ist die zusammengesetzte Fluth am kleinsten; dieß verursachet die kleinen Fluthen gegen die Quadraturen. Ist die Sonnenfluth stärker, als die Mondsfluth, so ist es sichtbar, daß die Zeiten der größten und der kleinsten Fluth zusammengesetzt, mit der Zeit zusammentreffen werden, auf welche die Sonnenfluth fallen würde, wenn sie allein einträte. Wenn aber die Mondsfluth stärker ist, als die Sonnenfluth, so fällt die kleinste zusammengesetzte Fluth um einen Viertelstag entfernet. Dieß ist folglich ein einfaches Mittel, zu erkennen, ob die Mondsfluth größer oder kleiner als die Sonnenfluth ist. Alle Beobachtungen geben einstimmig zu erkennen, daß die Zeit der kleinsten Fluthen von der der größten um einen Viertelstag unterschieden ist; folglich ist die Mondsfluth stärker als die Sonnenfluth.

Der mittlere Werth der größten totalen Fluth von jedem Monathe ist ungefähr 18,13; und der mittlere Werth der kleinsten 8,67 Fuß. Nach den gehörigen Reduktionen ist

 daraus

daraus leicht zu schließen, daß die mittlere Mondsfluth, welche dem beständigen Theile der Mondsparallaxe zugehöret, dreymahl größer sey als die mittlere Sonnenfluth; oder, was eben das sagen will, daß die Wirkung des Mondes zur Erhebung des Meeres das Dreyfache von der der Sonne sey.

Die Wirkung eines Gestirnes auf ein flüssiges Element, welches zwischen diesem Gestirne und dem Mittelpunkte der Erde sich befindet, ist dem Unterschiede seiner Wirkung auf diesen Mittelpunkt und auf das Element gleich; und dieser Unterschied ist das Doppelte von dem Quotienten der Masse des Gestirns, multipliciret durch den Erdhalbmesser, und dividiret durch den Würfel der Entfernung dieses Gestirns vom Mittelpunkte der Erde. Dieser Quotient beträgt bey der Sonne $\frac{1}{179}$ der Schwere, welche den Mond gegen die Erde treibt, multipliciret mit dem Verhältnisse des Erdhalbmessers zu der Entfernung des Mondes. Diese Schwere ist sehr nahe der Summe der Massen der Erde und des Mondes, dividiret durch das Quadrat der Entfernung des letztern; die Wirkung der Sonne zur Erhebung des Meeres ist folglich $89\frac{1}{2}$ Mahl kleiner, als die Summe der Massen der Erde und des Mondes dividiret durch den Würfel der Entfernung des Mondes. Aber diese Wirkung ist nur $\frac{1}{3}$ von der Wirkung des Mondes, welche das Doppelte seiner Masse, multipliciret mit dem Erdhalbmesser, und dividiret durch den Würfel seiner Entfernung ist; folglich verhält sich die Masse des Mondes zur Summe der Massen des Mondes und der Erde, wie 3:179, woraus folgt, daß diese Masse sehr nahe $\frac{1}{58,7}$ von der der Erde ist. Da sein Volumen nur $\frac{1}{49,316}$ von dem der Erde ist, so ist seine Dichtigkeit 0,8401, wenn man die mittlere Dichtigkeit der Erde zur Einheit annimmt, und das Gewicht 1 auf der Erde würde auf die Oberfläche des Monds gebracht, sich in 0,2291 verwandeln.

Nähme das Meer in jedem Augenblicke die Figur an, welche dem Gleichgewichte der auf dasselbe wirkenden Kräfte angemessen ist, so würde die größte totale Fluth unter dem

Aequator ungefähr drey Fuß haben, und dieß ist wirklich der mittlere Werth, welchen man in dem großen Südmeere beobachtet. Die große Verschiedenheit der Fluthen aber, die man auch in sehr nahen Häfen bemerkt, beweiset uns, daß Lokalumstände die Größe derselben beträchtlich vermehren können.

Die Größe und das Gesetz der Veränderungen der totalen Fluthen nahe bey ihrem Maximum und Minimum ist nach der Theorie der Schwere und nach den Beobachtungen völlig einerley. Ihre Zunahme bey ihrer Entfernung von dem Minimum ist das Doppelte ihrer Abnahme bey ihrer Entfernung von dem Maximum, wie die Beobachtungen es zeigen.

Weil die Mondsfluth stärker ist, als die Sonnenfluth, so muß die zusammengesetzte Fluth sich hauptsächlich nach der Mondsfluth richten, und man muß in einer gegebenen Zeit eben so viele Fluthen haben, als obere oder untere Durchgänge des Mondes durch den Meridian; und dieß stimmt mit den Beobachtungen überein. Aber der Augenblick der zusammengesetzten Fluth muß um den Augenblick der Mondsfluth nach einem von den Lichtgestalten des Mondes und von dem Verhältnisse seiner Wirkung zu der der Sonne abhängigen Gesetze schwingen. Der erste dieser Augenblicke geht vor dem zweyten her, von der größten bis zur kleinsten Fluth, er folgt aber auf ihn von der kleinsten bis zur größten, so daß, da die mittlere Zeit der zusammengesetzten Fluth mit der der Mondsfluth einerley ist, die mittlere Verspätung der Fluthen von einem Tage zum andern 3505″ beträgt.

Nach der Theorie also, so wie nach den Beobachtungen, ändert sich die Verspätung der Fluthen, wie ihre Höhe mit den Lichtgestalten des Mondes. Die geringste Verspätung trifft mit der größten Höhe, und die größte Verspätung mit der kleinsten Höhe zusammen, und durch eine merkwürdige Uebereinstimmung gibt die Theorie für diese Verspätungen von einem Tage zum andern 2708″ und 5150″, eben so wie die Beobachtungen. Diese Uebereinstimmung beweiset zu-

gleich

gleich die Wahrheit dieser Theorie und die Genauigkeit des angenommenen Verhältnisses zwischen den Wirkungen des Mondes und der Sonne. Aendert man dieß Verhältniß ein wenig, so würde es den Beobachtungen der Höhen und den Zwischenzeiten der Fluthen bey weitem nicht Genüge thun; diese geben es folglich mit großer Genauigkeit.

Besonders ist aber noch zu bemerken, daß wenn das vom Meer bedeckte Sphäroid ein durch Umdrehung entstandener Körper war, alsdann die partialen Fluthen in dem Augenblicke des Durchganges der sie verursachenden Gestirne durch den Mittagskreis erfolgen würden: fiele also eine der Syzygien auf den Mittag, so würden die beyden Fluthen, mit dem Augenblicke, als dem der größten zusammengesetzten Fluth zusammenfallen. Diese größte Fluth würde auch noch an dem Tage der Syzygien selbst Statt finden, wenn die beyden partialen Fluthen auf die Durchgänge der Gestirne durch den Mittagskreis sehr nahe nach einerley Zwischenzeit folgten. Weil aber die tägliche Bewegung des Mondes in seiner Bahn beträchtlich ist, so kann die Geschwindigkeit dieser Bewegung auf die Zeit, um welche dieses Gestirn vor der Mondsfluth hergehet, einen merklichen Einfluß haben. In der That bringt die Wirkung der Sonne und des Mondes auf ein Element des Meeres jeden Augenblick eine unendlich kleine Welle hervor, deren Anfang dieses Element ist, und welche sich über das ganze ausgedehnte Meer verbreitet; die Summe dieser Wellen macht die Bewegung dieser großen flüssigen Masse aus. Nun ist es einleuchtend, daß diejenigen, deren Ursprung weit entfernet ist, eine beträchtliche Zeit brauchen müssen, um in die französischen Häfen zu gelangen; die Fluth, welche man daselbst beobachtet, ist also der Erfolg der dem Meere einige Zeit vorher ertheilten Eindrücke. Obgleich im Falle eines durch Umdrehung entstandenen vom Meere bedeckten Körpers diese Eindrücke einander so zugeordnet sind, daß die Fluth im Augenblicke des Durchganges des Gestirnes durch den Mittagskreis selbst erfolgt, so kann sie doch, wenn die Tiefe des Meeres unregelmäßig

gelmäßig ist, auf den Durchgang, welcher für ihre Ursache angesehen werden muß, nach einem oder etlichen Tagen folgen; und da in dieser Zwischenzeit die Bewegung des Mondes in seiner Bahn sehr merklich ist, so kann die Zeit, um welche sein Durchgang durch den Mittagskreis früher erfolget, als die Mondsfluth, von derjenigen sehr verschieden ausfallen, um welche der Durchgang der Sonne durch den Mittagskreis früher erfolget, als die Sonnenfluth.

Von diesem Unterschiede wird man sich eine richtige Vorstellung machen, wenn man sich eine weite mit dem Meere in Gemeinschaft stehende, und unter dem Mittagskreise ihrer Mündung sich sehr weit in das feste Land hinein erstreckende Röhre gedenkt. Wenn man setzt, daß an dieser Mündung die volle See im Augenblicke des Durchganges des Gestirns durch den Meridian selbst Statt habe, und daß sie 21 Stunden brauche, um an das Ende der Röhre zu gelangen, so sieht man leicht, daß an diesem letzten Punkte die Sonnenfluth eine Stunde nach dem Durchgange eintreten werde; da aber 2 Mondstage 2,070 Sonnentage ausmachen, so wird die Mondsfluth nur 30′ nach dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis erfolgen, so daß zwischen den Zeiten, um welche die Mondsfluth und die Sonnenfluth nach den Durchgängen der Gestirne folgen werden, ein Unterschied von 70′ Statt findet.

Hieraus folget, daß das Maximum und das Minimum der Fluth nicht an den Tagen der Syzygien und der Quadraturen selbst, sondern einen oder zwey Tage nachher Statt finden, wenn die Zwischenzeit, nach welcher die Mondsfluth auf des Monds Durchgang durch den Meridian folgt, mit der Zwischenzeit, nach welcher des Monds Durchgang auf den der Sonne folget, zusammengenommen, der Zwischenzeit gleich ist, nach welcher die Sonnenfluth auf der Sonne Durchgang durch den Meridian folgt.

Durch Vergleichung einer großen Menge von Beobachtungen und durch verschiedene Methoden, hat la Place gefunden, daß die Zwischenzeit zu Brest, nach welcher die

größte

größte Fluth auf die Syzygien folgt, sehr nahe $1\frac{1}{2}$ Tag beträgt. Daraus folgt, daß in diesem Hafen die Sonnenfluth 18718″ nach der Sonne Durchgang, und die Mondsfluth 13466″ nach des Monds Durchgang durch den Meridian eintrete. Es sind also die Zeiten der Fluthen zu Brest die nämlichen, wie an dem Ende einer mit dem Meere in Gemeinschaft stehenden Röhre, wenn man sich vorstellt, daß an ihrer Mündung die partialen Fluthen in dem Augenblicke des Durchgangs der Gestirne durch den Mittagskreis selbst Statt haben, und daß sie $1\frac{1}{2}$ Tage brauchen, um an das Ende derselben zu gelangen, wenn solches 18718″ östlicher, als ihre Mündung angenommen wird.

Es ist zu bemerken, daß der Unterschied der Zwischenzeiten, nach welchen die partialen Fluthen auf den Durchgang der sie verursachenden Gestirne durch den Meridian folgen, die Erscheinungen der Ebbe und Fluth nicht ändert.

Bisher ist vorausgesetzet worden, daß die Sonne und der Mond sich in der Ebene des Aequators gleichförmig bewegen; jetzt sollen sich aber ihre Bewegungen und ihre Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde ändern. Wenn man die Ausdrücke ihrer Wirkung auf das Meer entwickelt, so kann man jedes Glied derselben durch die Wirkung eines in einer kreisförmigen Bahn gleichförmig um die Erde bewegten Gestirns darstellen; es ist also leicht, die den verschiedenen Ungleichheiten der Sonne und des Mondes zugehörige Ebbe und Fluth nach den im Vorigen aufgestellten Grundsätzen zu bestimmen.

Wenn man auf solche Art die Erscheinungen der Fluthen der Analyse unterwirft, so findet man, daß die durch die Sonne und den Mond bewirkten Fluthen im umgekehrten Verhältnisse der Würfel ihrer Entfernungen wachsen; die Fluthen müssen also, bey übrigens gleichen Umständen, in der Erdnähe des Mondes wachsen, und in seiner Erdferne abnehmen.

Die Veränderungen der Entfernung der Sonne von der Erde sind bey den Höhen der Fluthen merklich, aber viel weniger

weniger, als die der Entfernung des Mondes, weil ihre Wirkung zur Erhebung des Meereswassers drey Mahl kleiner ist, und ihre Entfernung von der Erde in einem kleinern Verhältnisse sich ändert.

Weil die Wirkung des Mondes größer, und seine Bewegung schneller ist, wenn er näher bey der Erde sich befindet, so muß die zusammengesetzte Fluth bey den Syzygien in der Erdnähe der Mondsfluth, und diese selbst dem Durchgange des Mondes durch den Meridian sich nähern. In der Erdnähe müssen also die Fluthen am Tage der Syzygien voreilen, und in der Erdferne zurückbleiben.

Auch hat die Mondsparallaxe noch auf die Zwischenzeit zweyer auf einander folgenden Morgen- oder Abendfluthen gegen die Syzygien, oder in der Nähe des Maximums der Fluthen einen Einfluß.

Nach der Theorie bringt eine Minute Aenderung in dem Mondshalbmesser 256″ Aenderung in dieser Zwischenzeit, genau so, wie nach den Beobachtungen, hervor.

Diese beyden Erscheinungen haben in den Quadraturen auf gleiche Art Statt; aber die Theorie zeigt, daß sie dort drey Mahl kleiner sind, als in den Syzygien, und eben das bestätigen die Beobachtungen.

Um die Ursache davon zu begreifen, muß man erwägen, daß das tägliche Zurückbleiben der Mondsfluth zunimmt, wenn die Bewegung des Mondes schneller ist, wie dieß in der Erdnähe Statt hat, und daß das Zurückbleiben der Fluthen bey den Syzygien zunimmt, und sich dem täglichen Zurückbleiben der Mondsfluth nähert, wenn die Kraft des Mondes zunimmt; diese beyden Ursachen wirken also zusammen, die Zwischenzeit der Fluthen bey den Syzygien in der Erdnähe zu vergrößern. In den Quadraturen, wenn die Kraft des Mondes zunimmt, vermindert sich das tägliche Zurückbleiben der Fluth und nähert sich dem Zurückbleiben der Mondsfluth; folglich wächst die Zwischenzeit der Fluthen durch die Geschwindigkeit der Bewegung des Mondes in der Erdnähe, und nimmt ab durch

die Zunahme der Kraft des Mondes; da also alsdann diese beyden Ursachen einander entgegenwirken, so ist die Zunahme des Zurückbleibens der Fluth bloß die Wirkung ihres Unterschiedes, und aus diesem Grunde ist sie kleiner, als in den Syzygien.

Nach dieser Entwickelung der Theorie der Ebbe und Fluth des Meeres unter der Voraussetzung, daß die Sonne und der Mond sich in der Ebene des Aequators bewegen, sollen nun die Bewegungen dieser Gestirne betrachtet werden, wie sie in der Natur wirklich beschaffen sind. Hierbey werden sich aus ihren Abweichungen neue Erscheinungen zeigen, welche mit den Beobachtungen verglichen die vorhergehende Theorie immer mehr und mehr bestätigen.

Dieser allgemeine Fall läßt sich noch auf den zurückführen, da mehrere Gestirne sich gleichförmig in der Ebene des Aequators bewegten, aber man muß diesen Gestirnen sehr verschiedene Bewegungen in ihren Bahnen geben. Die einen bewegen sich langsam in denselben, und bringen eine Ebbe und Fluth hervor, deren Periode von einem halben Tag ist; andere haben eine Umlaufsbewegung, die der Hälfte von der Umdrehungsbewegung der Erde beynahe gleich ist, und diese bringen eine Ebbe und Fluth hervor, die eine Periode von ungefähr einem Tage haben; andere endlich haben eine Umlaufsbewegung, die der Umdrehungsbewegung der Erde beynahe gleich ist, und diese bringen eine Ebbe und Fluth hervor, die eine Periode von einem Monathe und von einem Jahre haben.

Die erste schließt nicht nur die vorhin betrachteten Schwingungen ein, welche von den Bewegungen der Sonne und des Mondes und den Veränderungen ihrer Entfernungen von der Erde abhangen, sondern noch andere, die von ihren Abweichungen abhängig sind. Wenn man diese der Analyse unterwirft, so findet man, daß die totalen Fluthen der Syzygien der Nachtgleichen größer sind, als die der Syzygien der Sonnenstillstände, in dem Verhältnisse des Halbmessers zu dem Quadrate des Cosinus der Abweichung

der Sonne oder des Mondes gegen die Sonnenstillstände; man findet ferner, daß die Fluthen der Quadraturen der Sonnenstillstände die der Quadraturen der Nachtgleichen in einem größern Verhältnisse übertreffen, als das des Halbmessers zum Quadrate des Cosinus der Abweichung des Mondes gegen die Quadraturen der Nachtgleichen ist. Diese Resultate der Theorie werden durch alle Beobachtungen bestätiget, welche über die Verminderung der Wirkung der Gestirne, nach dem Verhältnisse ihrer Entfernung vom Aequator keinen Zweifel übrig lassen.

Die Abweichungen der Sonne und des Mondes sind auch selbst an den Gesetzen der Abnahme und des Wachsthumes der Fluthen, von dem Maximum und Minimum an gerechnet, merklich. Ihre Abnahme beträgt nach den Beobachtungen, so wie nach der Theorie, ungefähr ein Drittheil, und erfolgt schneller in den Syzygien der Sonnenstillstände; ihre Zunahme ist nach den Beobachtungen, wie nach der Theorie, ungefähr zwey Mahl schneller in den Quadraturen der Nachtgleichen, als in den Quadraturen der Sonnenstillstände.

Die Lage der Knoten der Mondsbahn ist auf gleiche Art an den Höhen der Fluthen, durch ihren Einfluß auf die Abweichungen des Mondes, merklich.

Die Bewegung dieses Gestirnes in gerader Aufsteigung, welche in den Sonnenstillständen geschwinder als in den Nachtgleichen ist, muß die Mondsfluth dem Durchgange des Gestirnes durch den Meridian nähern: die Zeit der Fluthen bey den Syzygien in den Nachtgleichen muß also hinter der Zeit der Fluthen bey den Syzygien in den Sonnenstillständen zurückbleiben. Aus eben der Ursache muß die Zeit der Fluthen bey den Quadraturen in den Nachtgleichen zurückbleiben, und die Theorie gibt die Verspätung ungefähr vier Mahl so groß als die erste.

Die Abweichungen der Sonne und des Mondes haben auch noch einen Einfluß auf die tägliche Verspätung der Fluthen in den Nachtgleichen und Sonnenstillständen; diese

muß gegen die Syzygien in den Sonnenstillständen größer seyn, als gegen die Syzygien in den Nachtgleichen; und noch vielmehr größer gegen die Quadraturen der Nachtgleichen, als gegen die Quadraturen der Solstitialpunkte, und in diesem zweyten Falle ist der Unterschied der Verspätungen viel Mahl größer als in dem erstern. Die Beobachtungen bestätigen diese verschiedenen Resultate der Theorie mit einer merkwürdigen Genauigkeit.

Die Fluthen der zweyten Art, deren Periode von einem Tage ist, sind dem Produkte des Sinus durch den Cosinus der Abweichung der Gestirne proportioniret; sie sind gleich Null, wenn die Gestirne im Aequator sind, und wachsen mit ihrer Entfernung von demselben. Durch ihre Vereinigung mit den Fluthen der ersten Art machen sie zwey Fluthen des nämlichen Tags ungleich. Aus dieser Ursache ist zu Brest, gegen die Syzygien des Winterstillstandes, die Morgenfluth ungefähr um 0,563 Fuß größer, als die Abendfluth, und gegen die Syzygien des Sonnenstillstandes um eben so viel kleiner. Eben diese Ursache macht auch gegen die Quadraturen der Herbstnachtgleiche die Morgenfluth um 0,419 Fuß größer, als die Abendfluth, aber gegen die Quadraturen der Frühlingsnachtgleiche um eben so viel kleiner.

Ueberhaupt sind die Fluthen der zweyten Art in den französischen Häfen nicht beträchtlich; ihre Größe ist unbestimmt, und hängt von Localumständen ab, welche sie vermehren, und zugleich die Fluthen der ersten Art so weit vermindern können, daß sie ganz unmerklich werden. Man gedenke sich eine weite durch ihre beyden Enden mit dem Meere in Gemeinschaft stehende Röhre, so wird die Fluth in einem über dem Rande dieser Röhre gelegenen Hafen das Resultat der durch ihre beyden Enden fortgepflanzten wellenförmigen Bewegungen seyn. Nun kann es geschehen, daß nach Verhältniß der Lage des Hafens die wellenförmigen Bewegungen der ersten Art in solchen Zeiten dahin gelangen, daß das Maximum der einen mit dem Minimum der andern zusammenfällt, und wenn sie über

di

dieß einander gleich sind, so ist klar, daß, vermöge dieser wellenförmigen Bewegungen in diesem Hafen keine Ebbe und Fluth Statt haben wird. Aber eine durch die wellenförmigen Bewegungen der zweyten Art bewirkte Fluth wird man daselbst haben; und da diese eine zwey Mahl längere Periode haben, so werden sie nicht so übereinstimmen, daß das Maximum derer, die durch die eine Mündung kommen, mit dem Minimum derer, die durch die andere kommen, zusammenträfe. In diesem Falle wird man gar keine Ebbe und Fluth haben, wenn die Sonne und der Mond in der Ebene des Aequators seyn werden; aber die Fluth wird merklich werden, wenn der Mond sich von dieser Ebene entfernen wird, und alsdann wird man täglich nur eine vom Monde bewirkte Ebbe und Fluth haben, so daß, wenn die Fluth beym Untergange des Mondes erfolget, die Ebbe bey seinem Aufgange eintreten wird. Diese sonderbare Erscheinung ist zu Baza, einem Hafen des Königreiches Tunkin, und an einigen andern Orten beobachtet worden. Es ist wahrscheinlich, daß in den verschiedenen Häfen der Erde gemachte Beobachtungen alle zwischen die Fluthen zu Baza und die in den französischen Häfen fallende Verschiedenheiten darbieten würden.

Was endlich die Fluthen von der dritten Art betrifft, so kann man annehmen, als wenn das Meer beständig im Gleichgewichte wäre unter der Einwirkung der erdichteten Gestirne, welche diese Fluthen hervorbringen, und sie unter dieser Voraussetzung bestimmen. Diese Fluthen sind sehr klein; indessen sind sie zu Brest doch merklich, und dem Resultate der Rechnung gemäß.

Aus dieser Darstellung sieht man die Uebereinstimmung der auf das Gesetz der allgemeinen Schwere gegründeten Theorie mit den Erscheinungen der Höhe und den Zwischenzeiten der Fluthen. Hätte die Erde keinen Trabanten, und wäre ihre Bahn kreisförmig und läge sie in der Ebene des Aequators, so hätten wir zur Erkenntniß der Wirkung der Sonne auf das Meer kein anderes Hülfsmittel, als die Zeit der vollen See, welche täglich die nämliche wäre, und das Gesetz

ihrer Entstehung. Aber die Wirkung des Mondes bringt durch ihre Verbindung mit der Sonne in den Fluthen Veränderungen hervor, die sich auf seine Lichtgestalten beziehen, und deren Uebereinstimmung mit den Beobachtungen der Theorie der Schwere eine große Wahrscheinlichkeit gibt. Alle Ungleichheiten der Bewegung der Abweichung und der Entfernung dieser zwey Gestirne veranlassen eine große Menge von Erscheinungen, welche die Beobachtung bekannt gemacht hat, und welche diese Theorie gegen alle Angriffe sicher stellen. So dienen also die Verschiedenheiten in der Wirkung der Ursachen, um das Daseyn der letztern festzusetzen. Da die Wirkung der Sonne und des Mondes auf das Meer, als eine nothwendige Folge der durch alle himmlische Erscheinungen erwiesenen allgemeinen Anziehung, durch die Erscheinungen der Ebbe und Fluth eine direkte Bestätigung erhält, so ist sie keinem Zweifel mehr unterworfen.

Uebrigens sind, nach Anrathen des Herrn **la Place**, die Beobachtungen zu vervielfältigen, um die Unregelmäßigkeiten, welche die Erscheinungen der Ebbe und Fluth noch zeigen, aufzudecken, und sie nach den Gesetzen der Schwere zu prüfen, indem sie eben so sehr die Aufmerksamkeit der Beobachter verdienen, als die Ungleichheiten der himmlischen Bewegungen.

Aus dieser Darstellung des Herrn **la Place** sieht man also leicht ein, daß wir doch bey weiten noch nicht im Stande sind, alle Erscheinungen der Ebbe und Fluth an jedem bestimmten Orte genau anzugeben, ob es gleich allgemein wahr bleibt, daß die eigentliche Ursache der Erscheinungen der Ebbe und Fluth von der anziehenden Kraft des Mondes und der Sonne auf das Meereswasser herzuleiten sey.

M. s. Darstellung des Weltsystems, durch **Peter Simon la Place**, aus dem Franz. übers. von **Joh. Karl Friedrich Hauff**. II Theile. Frankf. am Mayn. 1797. 8. Th. II. S. 135 ff.

Folge der Zeichen (ordo signorum coelestium, consecutio signorum, ordre des signes). Wenn von der wahren

wahren Bewegung der Himmelskörper, als der Planeten, der Monde u. s. f. die Rede ist, so hat man in der Astronomie, um die Richtung derselben anzugeben, die Ekliptik zum Wegweiser gewählet, und sagt alsdann, ein Gestirn bewege sich **nach der Folge der Zeichen**, wenn es in der Richtung der zwölf himmlischen Zeichen, vom Widder zum Stier, vom Stier zu den Zwillingen, von diesen zu dem Krebs u. s. f. sich fortbeweget; im Gegentheil es bewege sich ein Gestirn **gegen die Folge der Zeichen**, wenn es in der Richtung vom Widder zu den Fischen, von den Fischen zum Wassermann u. s. f. fortgehet, und sich so um den Himmel beweget. Nimmt nun ein Beobachter wahr, daß irgend ein Gestirn nach der Folge der Zeichen sich zu bewegen scheinet, so heißt seine Bewegung **rechtläufig**, im entgegengesetzten Falle aber **rückläufig**.

Man nehme an, es laufe um f (fig. 79.) ein Himmelskörper in einer kreisähnlichen Bahn, nach der Richtung abcd, welche zugleich die Folge der Zeichen vorstelle. Ferner gedenke man sich über der Ebene des Papiers den Nordpol, und unter selbiger gerade entgegengesetzt den Südpol. Ein Beobachter nun, welcher in der nördlichen Halbkugel der Erde irgendwo sich befindet, mithin seinen Scheitel gegen den Nordpol zukehret, wird den von ihm unendlich entfernten Fixsternhimmel, wovon ef und hg Theile vorstellen mögen, allenthalben begrenzt wahrnehmen. Er mag sich demnach nach ef oder nach hg kehren, so wird ihm die Folge der Zeichen immer von der Rechten gegen die Linke gehen. In den nördlichen Ländern wird folglich der Beobachter die rechtläufigen Bewegungen allemahl von der Rechten gegen die Linke wahrnehmen, die rückläufigen hingegen von der Linken gegen die Rechte. In den Südländern aber geht die Folge der Zeichen von der Linken gegen die Rechte, weil alsdann der Beobachter seinen Scheitel gegen den Südpol zugekehret hat. Hierbey kömmt es nun noch vorzüglich darauf an, ob der Beobachter innerhalb der kreisähnlichen Bahn oder außerhalb derselben sich befindet. Im ersten Falle wird

dem Nordländer allemahl die Bewegung nach der Folge der Zeichen erscheinen, vorausgesetzet, daß er mit der Erde nicht zugleich fortgeführet wird. Sobald der Himmelskörper durch a b gehet, so wird er ihm von e nach f, und sobald er durch c d gehet, von h nach g zu laufen scheinen. Im andern Falle hingegen, da er etwa in k sich befindet, wird ihm zwar der Himmelskörper, welcher sich durch a b beweget, nach der Folge der Zeichen, durch c d aber, gegen die Folge der Zeichen zu gehen scheinen. In den Südländern wird eben dieß Statt finden, nur in umgekehrter Ordnung. In diesem zweyten Falle ist folglich die Bewegung des Himmelskörpers in der einen Hälfte der Bahn dem Zuschauer rechtläufig, in der andern Hälfte aber rückläufig, obgleich die eigentliche Bewegung auch in der andern Hälfte nach der Ordnung der Zeichen erfolget.

Die Beobachter auf der nördlichen Halbkugel der Erde, welche die Sonne, den Mond, die Planeten und Trabanten derselben, so wie die himmlischen Zeichen selbst, gegen Mittag sehen, haben zwar zur Linken Morgen und zur Rechten Abend; so wie umgekehrt die auf der südlichen Halbkugel, welche jene Gestirne gegen Norden betrachten, zur Linken Abend und zur Rechten Morgen haben. Allein dieses kann in Rücksicht auf den Gang der Planeten keine Zweydeutigkeit verursachen, indem beyde Beobachter die Folge der Zeichen von Abend gegen Morgen rechnen.

Es scheinen uns daher alle diejenigen Himmelskörper, deren Bahnen uns umschließen, und welche nach der Ordnung der Zeichen gehen, allemahl von Abend gegen Morgen sich fortzubewegen, vorausgesetzet, daß wir unsern Ort nicht verändern. Daher sind uns auch in Ansehung dieser Körper die Ausdrücke gleichbedeutend, nach der Folge der Zeichen oder von Abend gegen Morgen fortrücken, wie dieß der Fall beym Monde und den obern Planeten ist.

Im Gegentheil scheinen uns diejenigen Himmelskörper, deren Bahnen uns nicht umschließen, sondern die wir von außen betrachten, und welche nach der Folge der Zeichen

fortrücken,

fortrücken, nur in der entferntern Hälfte ihrer Bahn von Abend gegen Morgen, in der andern Hälfte aber von Morgen gegen Abend sich fortzubewegen. In diesem Falle sind also auch jene Ausdrücke nicht mehr gleichbedeutend. Dieß findet Statt bey den untern Planeten, bey den Monden des Jupiters, Saturnus und Uranus, indem sie um selbige umlaufen, und bey der Bewegung der Sonnen- und Planetenflecken.

Alle Planeten laufen um die Sonne, alle Nebenplaneten um ihre Hauptplaneten nach der Folge der Zeichen, und nach eben dieser Richtung drehen sich auch die Himmelskörper um ihre Axen, von denen dieß bekannt ist.

Fontaine, s. **Springbrunnen.**

Form, benn. **Elektrophor**, s. **Elektrophor.**

Fossilien (fossilia, fossiles). Mit diesem Nahmen benennet man überhaupt alle aus der Erde gegrabene natürliche Körper, zu welchem Naturreiche sie auch gehören mögen. Im engern Verstande aber versteht man darunter die unorganischen Körper des Mineralreichs.

Friktion, s. **Reiben.**

Friktionsmaschine, s. **Reiben.**

Frost (frigus glaciale, gelu, gelée) ist derjenige Zustand unserer Atmosphäre, bey welchem das Wasser sich in Eis verwandelt hat.

Es ist eine jedermann genugsam bekannte Erfahrung, daß bey einem gewissen Grade der Wärme das Wasser zu gefrieren anfängt, oder sich in Eis verwandelt. Dieser Wärmegrad ist, so viel man weiß, allemahl und an allen Orten einerley, und wird daher auch Frostpunkt genannt. M. s. **Thermometer.** Wenn dieser Wärmegrad noch geringer wird, folglich die Kälte zunimmt, so wird auch der Frost stärker, und es gefrieren alsdann Flüssigkeiten, welche bey der Temperatur des Frostpunktes noch flüssig blieben. Bey starker zunehmender Kälte ist die Wirkung des Frostes erstaunend groß. M. s. den Artikel **Eis.**

Diejenigen Fröste, welche bey hellem Himmel erfolgen, heissen helle Fröste, bey sehr heiterer Luft in den Wintertagen ist die Kälte gewöhnlich gemäßigt, und die stärksten Fröste scheinen bey nicht so heiterer Luft und bey einer gewissen Blässe der Sonne zu erfolgen. Denn bey sehr starker Kälte ist die Ausdünstung des Eises beträchtlich groß, und eben wegen dieser Kälte werden die aufgestiegenen Dünste in mäßiger Höhe zersetzet, und so stark verdichtet, daß die Durchsichtigkeit der Luft eine unmittelbare Folge davon ist. Bey großen Flüssen und Seen sind daher auch die hellen Fröste sehr selten, weil daselbst beständige Nebel anzutreffen sind.

Sehr starke Winde vermindern die Kälte in etwas, und sind folglich dem Froste hinderlich, indem dadurch das Wasser in große Bewegung gesetzet wird, so daß die Entstehung des Eises nicht so leicht Statt finden kann. So sind selbst bey heftigen Nordwinden die Fröste nicht die stärksten, obgleich sonst gewöhnlich dieser Wind Fröste bringt. Ein trockener mäßiger Wind ist der Entstehung des Eises am vortheilhaftesten.

Bey trockener Witterung ist der Frost gewöhnlich den Pflanzen und Bäumen nicht schädlich. Wenn aber nach anhaltendem Regenwetter oder nach erfolgtem Thauwetter ein plötzlicher Frost einfällt, so ist dieser den Gewächsen ungemein nachtheilig. Denn in solchen Fällen haben die zarten Röhrchen vieles Wasser eingesogen, das nach erfolgtem Froste in Eis verwandelt wird, und durch die starke Ausdehnung desselben die Fasern und überhaupt die organische Struktur der Pflanzen und Bäume verheeret, und selbst die stärksten und festesten Bäume mit einem heftigen Knalle zersprenget. Die Ausdehnung der wässerigen Feuchtigkeiten beym Gefrieren ist auch die Ursache, warum selbst bey einem gelinden Grade der Kälte zur Zeit der Baumblüthe die Hoffnung zur Einsammlung des so erquickenden Obstes vereitelt wird.

Auch die wässerigen Früchte werden durch einen starken Frost verderbet. Sie verlieren dabey ihren sonst angenehmen Geschmack, und gehen nach erfolgtem Thauwetter gar bald

in

in Fäulniß über. Ob sonst gleich der Frost ein Mittel ist, selbst das Fleisch gegen die Fäulniß zu schützen, so erfolget doch auch bey diesem, nachdem es wieder aufthauet, bald eine faulende Gährung. Denn durch die Ausdehnung der zu Eis gewordenen wässerigen Feuchtigkeiten werden die kleinen Gefäße zerrissen, und die ganze Organisation zerstöret.

Selbst lebenden thierischen Körpern sind sehr starke Fröste nachtheilig, indem Thiere und Menschen erfrieren können. Bey einem erfrornen Gliede eines Menschen ist das beste Mittel dieses: daß man es eine Zeitlang in Schnee stecket, ehe man es einer gelinderen Temperatur aussetzet; alsdann bereitet man folgende bewährte Salbe, mit welcher es so lange bepflastert werden muß, bis es völlig gesund worden ist: man zündet nämlich ein Talglicht an, läßt den geschmolzenen Talg auf ein Stück Eis tröpfeln, rühret alsdann das geschmolzene Eis mit dem Talg in die Salbe zusammen.

Frostpunkt, s. **Thermometer**.

Frühjahr, Frühling, Lenz (ver, printems) ist eine von den vier Jahreszeiten, welche sich mit dem Tage anfängt, da die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn aus der untern Hälfte der scheinbaren Himmelskugel in den Aequator tritt, darauf in die obere Hälfte der Himmelskugel weiter herauf geht, sich aber mit dem Tage endiget, da die Sonne zu Mittage ihren höchsten Stand im Jahre erreichet hat. Sobald die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn in den Widder tritt, wo sich die Ekliptik mit dem Aequator durchschneidet, so geht nun bey uns der Frühling an, welches etwa um den 20ten März ist; hierauf beweget sich die Sonne weiter herauf, bis sie endlich etwa am 21ten Juny in den Krebs gekommen ist, wo sie die größte Mittagshöhe erreichet hat, und bey uns der längste Tag eingefallen ist; zu welcher Zeit alsdann der Frühling aufhöret und der Sommer angehet. M. s. **Ekliptik**. In der südlichen gemäßigten Zone fängt sich der Frühling an, wenn die Sonne in die Wage tritt, wo sich die Ekliptik wieder mit dem Aequator schneidet, und welches am 23ten September erfolget; kömmt endlich die Sonne

 in

in den Steinbock, welches den 21ten December geschiehet, so fällt daselbst der längste Tag ein, und der Frühling hat ein Ende.

In der heißen Zone finden überhaupt keine so regelmäßigen Abtheilungen der Jahreszeiten, wie in den gemäßigten Zonen Statt, und man kann eigentlich daselbst bloß trockene und nasse Zeit unterscheiden.

Selbst im gemeinen Leben bey uns sieht man bey Bestimmung der verschiedenen Jahreszeiten mehr auf Witterung und Temperatur, als auf den Stand der Sonne, und daher läßt sich in diesem Verstande der Anfang der Jahreszeiten nicht genau angeben. So versteht man unter dem Frühlinge diejenige unbestimmte Zeit, zu welcher die Kälte aufhöret, die Temperatur wieder gelinder und wärmer wird, und die erstorbene Natur aufzuleben anfänget.

Frühlingsnachtgleiche (aequinoctium vernum, aequinoxe de printems) heißt diejenige Zeit, da die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn aus der südlichen Halbkugel in den Aequator kömmt, in der gemäßigten nördlichen Zone den Frühlingsanfang bestimmt, und zugleich an allen Orten der Erde Tag und Nacht gleich machet. Es erfolget diese Zeit gerade beym Eintritte der Sonne in den Widder oder etwa um den 21ten März.

Frühlingspunkt, s. Aequinoctialpunkte.

Fundamentalabstand am Thermometer, s. Thermometer.

Fundamentalelektrometer des de Lüc, s. Elektrometer.

Funkeln oder **Blinken der Fixsterne** (scintillatio fixarum, radians fixarum splendor, scintillation des étoiles fixes) heißt das lebhafte Zittern der Fixsterne, wodurch sich ihr Licht von dem Lichte der Planeten, welches oft stärker, aber minder lebhaft und nicht zitternd ist, unterscheidet.

Vitellio *) schreibt das Blinken der Fixsterne der Bewegung der Luft zu, in welcher das Licht gebrochen wird; denn

*) Opticae thesaurus *Risneri* p. 449.

denn im bewegten Wasser die Fixsterne betrachtet sey das Blinken derselben noch viel stärker. D. Hook [α]) erkläret das Blinken der Fixsterne aus der unregelmäßigen und ungleichen Brechung der Lichtstrahlen, welche auf dem Rande der Sonne, des Mondes und der Planeten eine zitternde Bewegung gebe. Daß es aber eine ungleiche Mischung der Theile in der Atmosphäre gebe, beweiset er aus der Verschiedenheit der Hitze und Kälte in der Luft. Hiervon könne man sich überzeugen, wenn man nach entfernten Objekten über einem Stücke heißen Glases hinsähe, welchen man doch wohl auf keine Art Ausdünstungen zuschreiben könne. Eben dieß bemerke man, wenn man die Sterne durch aufsteigende Dünste von Wasser betrachte. **Michell** [β]) glaubet, daß die Ursache des Blinken der Fixsterne in einer ungleichen Dichtigkeit des von den Sternen ausfließenden Lichtes zu suchen sey. **Musschenbroek** [γ]) ist der Meinung, daß das Funkeln der Sterne nicht allein in der Beschaffenheit der Atmosphäre, sondern auch in dem Auge selbst seinen Grund habe, und vermuthet, daß die Lebhaftigkeit des Lichtes, womit es das Auge rühret, etwas hierzu beytragen könne. Allein alsdann müßten die Sterne im Zenith an lebhaftesten funkeln, weil alsdann das Licht am ungeschwächtesten ins Auge kömmt, welches aber wider die Erfahrung ist. Noch andere haben die Ursache des Funkelns darin finden wollen, weil eine unzählbare Menge Stäubchen in der Luft die Fixsterne, welche nur als Punkte erschienen, unaufhörlich bedeckten und dem Auge wieder erscheinen ließen. Allein ein solches Stäubchen müßte alsdann doch wenigstens so groß als der Augenstern seyn.

Die gemeinste von den Naturforschern angenommene Meinung ist diese, daß die Ursache des Funkelns in der Beschaffenheit der Atmosphäre liege. Denn wenn wir auf diese Erscheinung genau Acht hätten, so bemerke man, daß die

α) Micrographia p. 231.
β) Philosoph. transact. Vol. LVII. p. 262.
γ) Introductio ad philosoph. natural. Vol. II. §. 1741.

die Fixsterne nicht zu allen Zeiten und an verschiedenen Stellen am Himmel gleich stark blinkten. Bey dunstiger Luft funkelten die Sterne weit stärker, als bey ganz heiterer, so wie das Blinken ebenfalls stärker sey, wenn sie niedrig am Himmel ständen, als gegen das Zenith hin. Weil nämlich die in der Luft schwebenden Dünste in einer beständigen Bewegung sind, so müsse nothwendig das starke Licht der Fixsterne, welches durch die dunstige Atmosphäre hindurchgehe, in eine zitternde Bewegung gebracht werden. Diese Meinung sey vorzüglich durch die Beobachtungen in heißen und trockenen Ländern, z. B. im wüsten Arabien und am persischen Meerbusen bestätiget worden, wo die Fixsterne bey einem fast immer heitern Himmel lebhaft glänzten, ohne irgend ein Funkeln an ihnen wahrzunehmen. Daraus sey zugleich begreiflich, warum man sie bey feuchter Luft und am niedrigen Himmel, wo ihr Licht durch mehrere Dünste durchgehen müsse, so stark flimmern sehe.

Daß aber die Planeten nicht funkelten, das rühre unstreitig von der geringern Lebhaftigkeit des von der Sonne erborgten Lichtes, und vorzüglich von ihren scheinbaren Durchmessern und ihrer scheibenähnlichen Gestalt her, bey welchen man bloß ein Zittern an den Rändern bemerken würde. So helle auch das Licht der beyden Planeten des Jupiters und der Venus sey, so sey doch diese Lebhaftigkeit des Lichtes von dem Blinken der Sterne gar sehr verschieden.

Wenn man die Fixsterne durch gute Fernröhre betrachtet, so benehmen diese jenen das Funkeln, und man sieht sie bloß als hell glänzende Punkte, so daß sogar die größten Fixsterne durch ihr glänzendes Licht noch die prismatischen Farben im Fernrohre bewirken.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel** S. 14. 131. 372.

Funken (scintilla, étincelle) sind kleine leuchtende Punkte, welche durch irgend eine Kraft von einem Körper gleichsam losgerissen werden, wie z. B. der glühende Hammerschlag beym Schmieden des glühenden Eisens, die Funken

ken beym Feuerschlagen, die Funken beym Reiben des Glases an einem herumlaufenden Mühlensteine u. s. f. Bey einem starken Feuer sieht man sehr oft durch die ausdehnende Kraft des Feuers kleine brennende Körper mit fortreißen, die noch eine kürzere und längere Zeit in der Luft fortbrennen, und die man im gemeinen Leben Feuerfunken nennt.

Beym Schlagen des Stahls an einem Feuersteine sind die Feuerfunken wahre kleine brennende Stückchen Stahl, welche durch den Schlag losgerissen und oft mit Theilchen des Steines zusammengeschmolzen oder verschlackt sind. Dieß entdeckt man sehr leicht durchs Mikroskop, wenn man dergleichen Funken auf ein untergelegtes Papier geschlagen hat, wo sich die verbrennten und verschlackten Theile als kleine runde Kügelchen zeigen.

Den Grund der Entstehung der Feuerfunken, welche vorzüglich durch das Reiben zweyer Körper an einander entstehen, muß allein in der Zersetzung des gebundenen Licht- und Wärmestoffs liegen. Nur ist hierbey streitig, ob das Feuer aus den getriebenen Körpern entstehe, oder ob selbst eine Luftzersetzung vorgehet. Nach Herrn **Gren** rühren diese Funken von dem Brennstoffe her, welchen die Körper durch die Zersetzung des Lichtes aufgenommen hatten, welcher aber nicht chemisch damit verbunden zu seyn, sondern ihnen nur zu adhäriren scheinet, und daher durch eine höhere Temperatur ihnen wieder entzogen werden kann, indem er sich dann wieder mit dem Wärmestoffe zum Lichte verbindet, und als solches austritt. Nach ihm ist aber Licht aus Brennstoff und Wärmestoff zusammengesetzet, von welchem letztern jenes die Expansion erhält. M. s. **Licht**.

Wirklich losgerissene Theilchen von brennenden oder glühenden Körpern, welche sich als Feuerfunken in die Luft erheben, befinden sich unter eben solchen Umständen, wie die großen brennenden oder glühenden Körper, und müssen daher auch als solche betrachtet werden. M. s. **Verbrennen, Glühen**.

Funken,

Funken, elektrischer (scintilla electrica, étincelle électrique) ist eine elektrische Erscheinung, da aus einem elektrisirten Körper durch Annäherung eines andern abgerundeten ein kleiner schnell vorübergehender schmaler Lichtcylinder herausgelocket wird, welcher mit einem knisternden Schalle begleitet ist. Der Knall oder das Geräusche, welcher bey der gehörigen Näherung des Körpers aus dem elektrisirten Körper hervorbricht, ist, nach der verschiedenen Stärke der Elektricität bald größer, bald kleiner. Vorzüglich lebhaft ist der Schall alsdann, wenn der elektrisirte Körper und der ihm genäherte Leiter sind, welche auf entgegengesetzte Art elektrisiret sind; wie wohl auch starke Funken entstehen, wenn nur der eine Leiter stark elektrisiret, der andere aber im natürlichen Zustande sich befindet, oder auch wohl gleichnahmig mit jenem aber schwach elektrisiret ist. Die Weite, auf welche der eine Körper dem elektrisirten genähert werden muß, wenn ein Funke entstehen soll, heißt die **Schlagweite**, und sie ist, alles übrige gleichgesetzet, desto größer, je stärker die Elektricität des elektrisirten Körpers ist. Wenn der elektrisirte Körper ein Nichtleiter ist, so ist der Funke nur schwach, und die Schlagweite bey weiten nicht so groß, als wenn er ein isolirter Leiter ist. Wenn in diesem Falle der Leiter, womit der elektrisirte Funken herausgelocket wird, isoliret ist, so vertheilet sich die Elektricität nach Maßgabe der Oberfläche der Leiter; ist er aber nicht isoliret, so zeigen auch beyde nach erfolgtem elektrischen Funken keine Elektricität mehr.

Wahrscheinlich geht die elektrische Materie bey der Mittheilung durch den Funken in Gestalt einer kleinen Kugel über. Allein die Geschwindigkeit, womit der Funke hervorbricht und verschwindet, ist so groß, daß der Weg, den er nimmt, einen vollen Lichtcylinder darstellet, und man nicht vermögend ist, die Kugelgestalt wahrzunehmen. Eben von dieser Geschwindigkeit rühret es auch her, daß man auf keine Weise durch Erfahrung bestimmen und vorher sagen kann, aus welchem Körper der Funke komme, und in wel-

chen

chen er übergehe. Nach dem franklinischen System muß er aus dem positiv elektrisirten kommen, und in den negativ elektrisirten übergehen. Uebrigens beweiset aber die Erfahrung keine Verschiedenheit in der Gestalt des Funkens, er mag aus einem positiv, oder negativ elektrischen Körper herausgelocket werden.

Wenn aus dem ersten Leiter einer Maschine ein Funke ausgezogen wird, so ist er desto stärker, je mehr Oberfläche der Leiter hat, und je größer seine Ausdehnung in die Länge ist, und man erhält die stärksten Funken aus dem von der Maschine abgekehrten Ende des Leiters. Lockt man den elektrischen Funken mit dem Finger oder mit einem andern Theile des menschlichen Körpers aus dem elektrisirten Körper, so ist die Empfindung davon schmerzhaft, und gibt selbst eine Erschütterung, wenn der Funke sehr stark ist. Eben diese Empfindung hat ein Mensch, wenn er isoliret ist und elektrisiret wird, alsdann aber entweder einen Leiter berühret, oder von einem berühret wird. Wenn der elektrische Funken stark genug ist, so können dadurch leicht entzündliche Materien, als z. B. Weingeist, besonders wenn er vorher etwas erwärmet worden, angezündet werden; besonders leicht wird durch den elektrischen Funken eine gehörige Mischung von brennbarer und atmosphärischer Luft entzündet, worauf sich verschiedene elektrische Werkzeuge gründen. M. s. **Pistole, elektrische, Lampe, elektrische.**

Bey großen und wirksamen Elektrisirmaschinen sind die Funken oft so stark, daß sie nach allen Seiten Feuerbüschel ausströmen. Die Wege, welche die Funken nehmen, sind oftmahls verschieden; nicht selten brechen sie sich unter spitzigen Winkeln und bilden ein Zickzack, wie man beym Blitz wahrnimmt. Ohne Zweifel rühret diese Verschiedenheit von den mehr oder weniger leitenden Theilchen her, welche sich nahe am Wege, wohin der Funke gehen will, befinden, indem er allemahl den bessern Leitern folget. So können z. B. Feuchtigkeiten, welche sich in der Luft befinden, den Funken von

seinem

seinem geraden Wege ablenken, und verursachen, daß er geschlängelt in den leitenden Körper übergehet.

Man hat auch Werkzeuge angegeben, um die Länge der Funken zu messen, welche unter dem Nahmen **Funkenmesser** bekannt sind. Dergleichen findet man beschrieben bey **Groß** [α]), **le Roi** [β]) und **Langenbucher** [γ]). Ihre Einrichtung ist eine Kugel, welche man an einem Maßstabe verschieben, und daher ihre Entfernung von dem ersten Leiter der Maschine, welcher ihnen Funken gibt, abmessen kann. Auch entdeckte **Groß** eine besondere Erscheinung des elektrischen Funkens, welche er **elektrische Pausen** nannte. Es hörten nämlich in einer gewissen Entfernung vom elektrisirten Körper unter gewissen Umständen die Funken auf, in einer größern Entfernung aber kamen sie wieder. Eben dieß bemerkte nachher auch **Nairne**.

Die ersten, welche an elektrischen Körpern ein Licht mit begleitendem Knistern bemerkten, waren **Otto von Guerike, Bayle, D. Wall** und **Hawksbee**. Besonders **D. Wall**, nachdem er ein Stück Bernstein stark gerieben hatte, empfand bey Entstehung des elektrischen Lichtes einen plötzlichen Stoß. **Gray** bemerkte zuerst, daß ein Leiter Funken gab, indem er seine geriebene Glasröhre gegen die Oberfläche des Wassers in einem Gefäße brachte. Nach seiner Erzählung soll ein feiner Strahl sich aus dem Wasser erhoben haben. **Dü Fay** in Frankreich war aber doch der erste, welcher aus seinem eigenen Körper einen elektrischen Funken zog. Er empfand einen Schmerz wie von dem Stiche einer Nadel, oder von dem Brennen eines Feuerfunkens, welcher durch die Kleider eben so gut, wie auf die bloße Haut wirkte. Diese Empfindung hatten auch diejenigen, welche den **Dü Fay** berührten, wobey man auch zugleich den elektrischen Funken im Dunkeln wahrnahm. Sein damahliger Schüler, **Nollet** erzählet,

α) Elektrische Pausen. Leipzig 1776. 8.
β) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris. 1766. p. 541.
γ) Beschreibung einer verbesserten Elektrisirmaschine. Augsburg 1780. 8. S. 46.

erzählet, daß er die Bestürzung nie vergessen werde, in welche ihn der erste Funke aus **dü Fay's** Körper versetzet habe.

Die deutschen Naturforscher verstärkten den elektrischen Funken ungemein. Besonders bemerkte der P. **Gordon** in Erfurth, daß der elektrische Funke ungemein verstärket würde, wenn man die Elektricität auf einem langen Leiter fortleitete. Dadurch bewerkstelligte er, daß er in einer Leitung von 200 Ellen langem dicken Drahte Vögel durch den elektrischen Funken tödten konnte. Auch zündete im Jahre 1744 der D. **Ludolf** in Berlin und der Prof. **Winkler** in Leipzig mittelst eines elektrischen Funkens den Weingeist an, so wie Herr **Gralath** in Danzig ein eben verloschenes Licht, indem er den Funken auf den Dampf gehen ließ; und **Bose** in Wittenberg setzte Schießpulver in Brand, welches er in einem Löffel geschmolzen hatte. Alle diese Versuche wurden von D. **Watson** wiederhohlet, wobey er zugleich fand, daß die Entzündung des Weingeistes erfolgte, wenn eine elektrisirte Person denselben hielt, und eine unelektrisirte den Finger daran brachte.

Nach der Entdeckung der leidner Flasche, welche bald darauf erfolgte, war man im Stande, weit stärkere Wirkungen zu bewerkstelligen, als durch die einfachen Funken an dem Conduktor der Maschine erhalten werden konnte. Durch nach und nach verbesserte Elektrisirmaschinen hat man jedoch auch die einfachen Funken so stark erhalten können, daß sie den Wirkungen einer verstärkten Elektricität in der leidner Flasche nicht viel nachgeben.

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektricität an mehreren Stellen; **Priestley** Geschichte der Elektricität durch **Krünitz** an verschiedenen Stellen.

Funken, scheinbare im Auge (scintillae oculi apparentes, étincelles apparentes d'oeil) heißen diejenigen feurigen Funken, welche zu entstehen scheinen, wenn das Auge im Dunkeln gedruckt oder gerieben wird. Wenn man das Auge mit dem breiten Theile eines Fingers auf den opaken Theil etwas drückt, so wird dadurch ein kreisförmiges Bild

an derjenigen Stelle, welche der gedrückten gegenüber lieget, verursachet; das Licht des Discus ist schwächer als das des Umfanges. Bewerkstelliget man hingegen den Druck mit einer schmalen Fläche, wie z. B. mit dem Knopfe einer Stecknadel oder eines Nagels, so ist dieß Bild schmal und hell. Wird der vordere Theil des Auges zu wiederhohlten Mahlen gedruckt, so daß dadurch eine Art von schmerzhafter Empfindung veranlasset wird, und ein fortdauernder Druck auf die Sclerotica Statt findet, während ein ununterbrochener Druck auf die Hornhaut gemacht wird, so merken wir mehrentheils leuchtende ästige Linien, welche einigermaßen unter einander verbunden sind, und von jedem Theile des Gesichtsfeldes gegen einen Mittelpunkt, welcher etwas mehr nach außen und höher als die Augenaxe liegt, hinschießen. Herr **Young** *) hat alle diese Erscheinungen aus dem Reitze der Netzhaut am gedruckten Theile herzuleiten gesuchet. Das Gemüth beziehe sich nämlich auf die Stelle, von welcher Licht, das durch die Pupille käme, auf diesen Fleck fallen würde. Weil nun dieser Reitz am Umkreise der niedergedruckten Stelle, wegen der größern Dehnung am größten ist, so ist auch hier die Erscheinung im Bilde am lebhaftesten. Erhält das Auge zu gleicher Zeit wirkliches Licht, so ist alsdann nur der Umkreis leuchtend, und der Discus dunkel; würde das Auge an dem Theile, wo das Bild erscheinet, einen Gegenstand sehen, so wird er ganz unsichtbar und verschwindet. Die stärkere Reitzung durch den Druck verwischt also die schwächere durch wirkliches Licht. Bey der Erscheinung, welche durch den wiederhohlten Druck am vordern Theile des Auges entstehet, wird aller Wahrscheinlichkeit nach hier eine ungleiche Bewegung der verschiedenen Stellen der Netzhaut und folglich Reitzung derselben hervorgebracht, welche das Urtheil erreget, das sonst mit der Reitzung vom wirklichen Lichte verknüpfet ist.

Fuß

*) Betrachtungen über das Sehen; in Grens Journal der Physik B. VIII. S. 415.

Fuß, Schuh (pes, pied) ist das Maß, welches man zur Messung gerader Linien angenommen hat, und aus dessen Zusammensetzungen und Eintheilungen alle andere Längenmaße entspringen. Die Länge dieses Fußmaßes ist aber an verschiedenen Orten gar sehr verschieden, und diese Verschiedenheit rührt von der unbestimmten Länge eines Fußes einer im richtigen Verhältnisse der Theile ausgewachsenen Mannsperson her, als welche zum Längenmaße unter dem Nahmen Fuß angenommen werden sollte.

Man hat wegen dieser unangenehmen Verschiedenheit der Länge von Zeit zu Zeit Vorschläge gethan, ein ganz allgemeines Fußmaß einzuführen, wovon man bey **Weidler** [α]) hinlängliche Nachricht findet. Da aber alle diese Vorschläge fruchtlos waren, glaubte **Huygens** [β]) in der Länge des Sekundenpendels ein allgemeines Maß aufgefunden zu haben. Damahls vermuthete er aber noch nicht, daß die Länge des Sekundenpendels an verschiedenen Orten der Erde eine verschiedene Länge erfordern würde. Dieses allgemeine Fußmaß sollte der dritte Theil der gefundenen Länge des Sekundenpendels betragen, welches sich zum pariser Fuß wie 881:864 verhält. Allein auch diese vermeinte Entdeckung ward aus oben angeführtem Umstande vereitelt.

Man behielt demnach, da die Natur kein bestimmtes und an allen Orten gleich langes Maß entdecken ließ, die unbestimmte Länge eines Fußes als Längenmaß bey, und gab sich vorzüglich Mühe, die Verhältnisse der an verschiedenen Orten eingeführten Fußmaße genau zu finden, wobey mehrentheils der pariser oder königliche Fuß zum Grunde geleget wurde. Dieser pariser Fuß hält 12 Zoll, jeder Zoll 12 Linien, und jede Linie 10 Points, so daß also 1 pariser Fuß 1440 paris. Points enthält. In solchen Theilen sind nun die Längen anderer Fußmaße angegeben worden, und man hat gefunden, daß 1 rheinländ. Fuß 1391,3 solcher paris. Points enthalte, mithin verhielt sich der pariser Fuß zum rheinländ.

α) Diss. de noua mensura corporum vniuersali. Witeb. 1727.
β) In horologio oscillatorio prop. 25.

Fuß = 1440:1391,3, oder es wären 1391,3 pariser Fuß = 1440 rheinl. Fuß. Vollständige Vergleichungstabellen der mehrerley Fußmaße nach den möglichst genauen Bestimmungen findet man vorzüglich bey **M. R. B. Gerhardt** α). Von den Fußmaßen der Alten handeln **Snellius** β), **Riccioli** γ), **Eisenhardt** δ), **Arbuthnot** ε) und **Rome de l'Isle** ζ).

Bey den Geometern wird gewöhnlich der Fuß in 10 gleiche Theile getheilet, welche **Zolle** (digiti) heißen, ein Zoll abermahls in 10 Theile oder **Linien**, eine Linie wieder in 10 Theile oder **Skrupel** u. s. So machen auch 10 Fuß zusammengenommen eine geometrische oder Decimalruthe aus. Sonst ist es aber im gemeinen Leben mehr gewöhnlich, einen Fuß in 12 Zoll, 1 Zoll in 12 Linien, 1 Linie in 12 Skrupel u. s. w. einzutheilen; alsdann rechnet man 12 auch 15 und 16 Fuß auf eine **Ruthe**, 6 Fuß auf eine **Toise, Lachter, Klafter, Faden** u. s. In der Physik werden gewöhnlich die Längen, so wie im gemeinen Leben, nach Werkmaßen angegeben.

Im Jahre 1774 wurde zur Einführung eines unveränderlichen Maßes eine Preisaufgabe der Societät in London veranlasset, bey welcher ein gewisser Maßstabmacher, **Thomas Hatton**, einen Theil des Preißes erhielt, für die Erfindung eines Apparats zu genauer Bestimmung der Längen der

α) Allgemeiner Contorist, oder neueste und gegenwärtige Zeiten gewöhnliche Münz- Maß- und Gewichtsverfassung aller Länder und Handelsstädte, nach den neuesten und zuverlässigsten Nachrichten. 2 Bände. gr. 4. Berlin 1791. 1792.

β) Eratosthenes Batavus. L. II.

γ) Geographia reformata. L. II.

δ) De ponderibus et mensuris veterum. Argentor. 1708. 8.

ε) Tables of ancient Coins, Weights and Measures. Lond. 1727. 4.

ζ) Mètrologie. à Paris. 1789. 4. Metrologische Tafeln über die alten Maße, Gewichte und Münzen Roms und Griechenlandes, nebst den Verhältnissen derselben zu den bekannten französ. und deutschen, nach dem Französ. des Rome' de l'Isle, von C. Große. Braunschw. 1790. gr. 8.

des Sekundenpendels. **Whitehurst** *) hat nachher diesen Gedanken, welcher dabey zum Grunde lieget, weiter benutzt, und auf genaue Ausmessungen der Pendellänge einen Vorschlag zur Einführung bestimmter Maße angegeben.

Die neuen Republikaner haben ihr neu eingeführtes Maß auf Längenmessung, nämlich auf die Länge des in Frankreich gemessenen 45sten Meridiangrades, gegründet, wovon mit mehreren unter dem Artikel *Mètre*.

G.

Gährung (fermentatio, fermentation). Hierunter versteht man eine von selbst erfolgende Mischungsveränderung aller todten organischen Körper. Die Erfahrung lehret, daß eine solche Mischungsveränderung nur alsdann vor sich gehen könne, wenn die organischen Körper bey einem gewissen Grade der Wärme und Feuchtigkeit vom Zugange der Luft nicht ganz ausgeschlossen sind. Durch diese Gährung verändern sich die Eigenschaften und Natur der Körper, und es bilden sich neue Produkte, welche vorher nicht da waren. Nach Beschaffenheit der Substanz, auch wohl nach der Dauer der Gährung selbst, sind diese Produkte verschieden. Man kann hiernach besonders dreyerley Arten von Gährung unterscheiden, nämlich **Weingährung** (fermentatio vinosa), **Essiggährung** (fermentatio acida) und **faule Gährung** oder **Fäulniß** (putrefactio). Von letzterer s. m. den Artikel **Fäulniß**.

Wenn der ausgepreßte Saft der Weintrauben oder der Most, so wie alle übrige schleimige Flüssigkeiten des vegetabilischen Reichs, deren Basis Zuckerstoff zu seyn scheinet, welche also einen süßlichen Geschmack haben, einer Tempera-

 tur

*) An Attempt towards obtaining invariable Measures of Length, Capacity and Weight from the Mensuration of Time. Lond. 1787. Versuch durch Zeitmessung, unveränderliche Längen-, Körper- und Gewichtsmaße zu erhalten, von Joh. Whitehurst, a. d. Engl. mit Anmerk. von Joh. H. Wiedemann. Nürnb. 1790. gr. 4.

tur von etwa 70° nach Fahrenh. ausgesetzet werden, so bemerkt man gar bald große Mischungsveränderungen. Der Most erleidet eine merkliche innere Bewegung, wird trübe, und in ein größeres Volumen ausgedehnet; zugleich höret man ein Geräusch, welches man **Brausen** nennt, wobey sich kohlensaures Gas entwickelt, welches eben dieses Geräusch verursachet. Auf der Oberfläche bemerket man auch eine schäumige Masse, welche **Gäscht** genannt wird. Nach einer längern oder kürzern Zeit hört endlich die Gährung auf, der Gäscht verlieret sich, und der Most hat sich in ein ganz anderes Produkt umgeschaffen. Die Klebrigkeit des Mostes ist verschwunden, die gegohrne Flüssigkeit ist heller und klar worden, und hat einen geistigen Geschmack und Geruch erhalten, welcher betäubend ist, zugleich hat sich eine dicke grauliche Masse abgesondert, welche man **Hefen** (faex) nennt, so wie ein wesentliches Salz, der **Weinstein**. Soll nun die gegohrne geistige Materie, welche unter dem Nahmen Wein bekannt ist, keine fernere Mischungsveränderung erleiden, so muß er von den Hefen abgezogen, vor dem Zugange der freyen Luft bewahret, und an einen kühlen Ort gebracht werden, damit alle die Bedingungen, unter welchen eine neue Gährung Statt finden könnte, nicht vorhanden sind.

Alle vegetabilische Flüssigkeiten, welche einen schleimig zuckerigen Bestandtheil besitzen, sind einer Weingährung fähig, und zwar wird die weinartige Masse desto geistiger, je mehr Zuckerstoff in den Flüssigkeiten anzutreffen ist. Dahin gehöret vorzüglich der Birnwein, Aepfelwein oder Cider, der Meth aus Honig und das genugsam bekannte Bier. Es gibt aber auch sehr viele Flüssigkeiten, welche selbst bey allen günstigen Umständen einer Weingährung dennoch nicht so leicht in Gährung übergehen, theils wegen eines gewissen Mangels an Zuckerstoff, theils aber auch wegen zu großer Wässerigkeit; daher setzet man diesen Flüssigkeiten etwas zu, was die Gährung befördert, und dieses nennt man Gährungsmittel (fermentum). Dieses kann entweder eine sol-

ch-

che Substanz seyn, welche wirklich schon in Gährung, oder eine solche, welche leicht dazu aufgeleget ist.

Die Bestandtheile des zur Weingährung fähigen schleimig-zuckerigen Stoffes in Verbindung mit Wasser, sind Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff. Die Wärme, als erste Bedingung einer Weingährung, bewirket demnach Trennung dieser Bestandtheile, und der Sauerstoff, welcher aller Wahrscheinlichkeit nach nicht allein der schleimig-zuckerartige Stoff, sondern auch das Wasser, welches mithin zum Theil zersetzet wird, und selbst die umgebende Luft liefert, verursachet, daß die Grundstoffe der zur Weingährung ausgesetzten Substanz eine ganz andere qualitative Verbindung unter sich eingehen, und mithin ein ganz neues Produkt bilden. Es verbindet sich nämlich der Sauerstoff zum Theil mit dem Kohlenstoffe, und bildet daher Kohlensäure; durch den Wärmestoff wird aber die Kohlensäure luftförmig, und geht als kohlensaures Gas davon, und eben dadurch entstehet das Geräusch. Zum Theil wird aber die Entwickelung der Luftart wegen der Klebrigkeit der Flüssigkeiten unterdrücket, und bildet daher die schäumige Masse oder den Gäscht. Nun wird natürlich nach Abscheidung des kohlensauren Gas, welches aus zwey Bestandtheilen der gährenden Substanz vor der Gährung zusammengesetzet ist, das qualitative Verhältniß der Grundstoffe ganz anders seyn, als vor der Gährung. Es bildet daher der Wasserstoff, noch ein Theil Kohlenstoff und etwas Wasser in der innigsten Verbindung das Geistige. Dieses kann aber nun nicht mehr die Bestandtheile aufgelöset erhalten, welche das Wasser der zur Gährung ausgesetzten Substanz aufgelöset hatte, folglich muß sich diese Substanz trüben, und dadurch sondern sich nach und nach schleimige Theile, so wie der Weinstein aus der gährenden Substanz, immer mehr und mehr ab. Hätte der Wein wenig Geistiges, so bleibet auch wohl noch etwas in den übrigen wässerigen Theilen von dem Schleime und Weinsteine aufgelöset. Je größer also die Menge des Zuckerstoffes in der gährenden Flüssigkeit ist, desto größer wird die Menge des

Spirituösen. Eine zu große Menge des zuckerartigen Stoffs kann aber doch machen, daß der entstandene Wein süß bleibt, und unzersetzten Zuckerstoff behält, weil durch eine gewisse Menge des erzeugten Spirituösen die Gährung selbst gehemmet wird.

Wenn die Weingährung ganz vorüber ist, und es bleibt die gegohrne Materie einer fernern Wärme ausgesetzet, so gehet von neuem eine Mischungsveränderung in dem Weine vor, und es entsteht abermahls ein ganz neues Produkt, dessen Eigenschaften und Natur ganz verschieden von denen des Weines sind. Wird nämlich der Wein einer Temperatur von 75 bis 85° nach Fahr. unter dem Zugange der Luft ausgesetzet, so nimmt man von neuem wahr, daß sich der Wein trübet, daß er von einer kahnigen Haut bedecket wird, und sich eine gewisse fadenartige Materie aus ihm trennt. Nach einiger Zeit wird er allmälig wieder klar, jedoch hat er nun den geistigen Geschmack und Geruch, welcher vorher kopfstürmend war, gänzlich verloren, und ist zu einer völligen sauren Flüssigkeit umgeschaffen worden, welche auch **Essig** genannt wird. Bey dieser Essiggährung sind als vorzügliche Bedingungen voraus zu setzen, daß der Wein noch schleimige Theile enthalte, daß die angezeigte Temperatur da sey, und daß Sauerstoffgas gegenwärtig sey. Daher kann sich der Wein ohne freyen Zutritt der Luft nicht in Essig verwandeln. Denn eben an der Luft sauget der Wein den Sauerstoff an sich, und verbindet sich damit. Die Essigsäure besteht ebenfalls, wie der Wein, aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff, nur in ganz andern Verhältnissen. Alle Säfte, welche einer Weingährung fähig sind, sind auch einer Essiggährung unterworfen. Ja es gibt andere Stoffe, welche entweder gar keinen oder wenig Zuckerstoff enthalten, und welche gleichwohl ohne vorhergegangene Weingährung in Essiggährung übergehen; dieß erfolgt selbst bey den weingeistigen Stoffen, wenn sie gleich anfänglich einen ziemlich hohen Grad der Temperatur ausgesetzet werden, obgleich bey diesen jederzeit eine Weingährung vorhergehet, die aber so

geschwind-

geschwind erfolget, daß sie unbemerkbar ist. Daraus folgt also, daß es keinesweges nothwendig sey, daß vor der Essiggährung eine Weingährung vorhergehe.

Nimmt man die Gährung in einem weitläuftigen Verstande, und versteht überhaupt darunter eine jede natürliche und von selbst erfolgende Veränderung der Mischung aller organischen Körper, so kann man auch behaupten, daß sie so wohl bey der Ernährung und dem Wachsthume der Pflanzen als der thierischen Körper höchst mannigfaltig Statt findet, und daß das ganze vegetabilische und animalische Leben im Grunde nichts weiter ist, als ein gährungsartiger Prozeß. Dergleichen muß aber der Physiologie überlassen werden, indem hierher bloß Mischungsveränderungen todter physischer Substanzen gehören.

Das **Ranzigwerden** der fetten Oele und des thierischen Fettes ist als eine Art von Essiggährung zu betrachten, weil hierbey sich wirklich eine anfangende Säure bildet, und der Kohlenstoff und Wasserstoff des Oels Sauerstoff aus der Luft in sich nehmen. Vorzüglich aber gehöret hierher die Gährung des Brotteiges.

Galileisches Fernrohr, s. Fernrohr.

Galläpfelsäure, Gallussäure (acidum gallaceum s. gallae, acide gallique) ist eine eigene Säure, welche aus den Galläpfeln und andern zusammenziehenden Gewächsen gewonnen wird. Es gibt viele Pflanzen und Theile davon, wie z. B. die Chinarinde, die Rinde der Eiche, die Granatäpfelschalen und Blüthen, das Brasilienholz u. s. f., welche einen **zusammenziehenden Stoff** enthalten, der sich sehr leicht durch den Geschmack erkennen läßt. Dieser Stoff hat die Eigenschaft, daß er das Eisen in Auflösungen mit Säuren schwarz niederschläget, wie z. B. bey der gemeinen Dinte. Wenn dieser zusammenziehende Stoff von den harzigen und gummigen Theilen befreyet wird, so zeiget er sich als ein weißes nadelförmiges Salz, welches die wirkliche Galläpfelsäure ist. Zur Auflösung erfordert dieses Salz drey Theile siedendes und 24 Theile kaltes Wasser;

ser; auch läßt es sich im Weingeiste auflösen; in der Wärme ist es flüchtig, und gibt einen weißen dicken Rauch, welcher scharf ist, und Husten erreget.

Ueber die Natur des zusammenziehenden Stoffs haben zuerst die Akademisten zu Dijon [α]) Aufschlüsse gegeben; späterhin zeigte **Scheele** [β]) das Galläpfelsalz rein und abgesondert zu gewinnen, wozu noch die Herrn **Richter** [γ]) und **Dize'** [δ]) andere Methoden gegeben haben.

Die Grundlage dieser Säure ist, wie alle andere Pflanzensäuren, zusammengesetzt. Durch Salpetersäure läßt sie sich in Sauerkleesäure verwandeln.

Der schwarze Niederschlag, welchen der zusammenziehende Stoff mit dem Eisen macht, ist in einem Ueberschusse von andern Säuren auflöslich, wodurch die schwarze Farbe wieder verschwindet, welche sich aber alsdann durch Alkali wieder zum Vorschein bringen läßt.

Nach dem antiphlogistischen System bestehet diese Säure aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff. Mit dem Alkalien und Erden geht sie neutral- und mittelsalzige Verbindungen ein, welche mit dem Nahmen gallates beleget werden, und welche noch nicht hinlänglich sind untersuchet worden.

Gallerte, der thierischen Körper, s. **Thiere.**

Galmey, Calmintstein, gegrabene Cadmie (lapis calaminaris, cadmia nativa s. fossilis, pierre calaminaire, Calamine, Cadmie fossile) ist ein Mineral von gelber ins Röthliche fallenden Farbe, welches Zink, Eisen, auch wohl Schwefel und Arsenik nebst andern Substanzen enthält, und zur Bereitung des Messings gebrauchet wird. M. s. **Messing.**

Gang,

α) Morveau, Morel u. Durande Anfangsgr. der theoret. und prakt. Chemie Th. III. S. 301.

β) Ueber das wesentliche Galläpfelsalz; in Crells chem. Annal. 1787. B. I. S. 3. ff.

γ) Ueber den zusammenziehenden Grundstoff der Galläpfel; in Crells Ann. 1787. B. I. S. 139. f.

δ) Abgekürztes Verfahren, die Galläpfelsäure zu gewinnen; in Grens Journal der Physik B. VII. S. 399.

Gang, Erzgang (Vena metallica, filon, mine) ist eine besondere plattenförmige Lagerstatt der Fossilien, welche fast immer die Schichten des Gesteins derchschneidet, und in dieser Rücksicht eine von diesen abweichende Lage hat, auch mit einer mit der Gebirgsart mehr oder weniger verschiedenen Masse angefüllet ist. Von den Gängen unterscheidet man **Flöze**, welche ebenfalls Lagerstätte, welche mit einer andern Materie angefüllt sind, aber die Schichten des Gesteins nicht durchschneiden, sondern mit diesen parallel gehen, und daher selbst von einem Gange durchschnitten seyn können.

Die Theorie der Gänge ist in einer eigenen hierzu bestimmten Schrift von Herrn **Werner** [a]) ganz neu bearbeitet worden. Er hält die Gänge für Spalten oder Ritzen, welche in den Gebirgen entstanden sind, und nachher sich mit Fossilien, welche von der Bregart selbst verschieden sind, angefüllt habe. Er unterscheidet die Gänge von den Gebirgslagern, Flötzen, von einzelnen Schichten des Gesteins, von Fällen und Stücken, welche, wenn sie in der Verflächung mit den Gängen übereinstimmen, von den Bergleuten unrichtig Gänge genannt werden. Ganze unregelmäßig gebildete mehr der weniger weit sich erstreckende Klumpen oder Stücke Gebirge, welche beynahe mit einer unzähligen Menge kleiner Gänge nach allen Richtungen durchzogen sind, heißen **Stockwerke**. Alle Gänge von ein und der nämlichen Entstehung zusammengenommen, sie mögen nun nahe in einer Gegend beysammen, oder weit entfernet von einander liegen, nennt Herr **Werner Gangformationen** oder kurz **Formationen**. Gänge von einer Formation, welche in einer gewissen Gegend zusammen vorkommen, heißen eine **Gang-Niederlage**, welche er nach dem Orte und den vorzüglichen Erzarten andeutet. Verschiedene Erzniederlagen, welche in einerley Gegend zusammenstoßen, und

a) Neue Theorie von Entstehung der Gänge mit Anwendung auf den Bergbau, besonders des freybergischen. Freyberg 1791. 8.

und meist in einander greifen, nennt er endlich eine **Erz-Refier**, die nach dem Orte ihre Benennung erhält.

Der Gang hat gewöhnlich, wo er an das Gebirge grenzt, kenntliche und von der Berg- und Gangart zu unterscheidende Einfassungen, welche **Saalbänder**, und die Dicke des Ganges die **Mächtigkeit** genannt werden. Das **Streichen** des Ganges, d. i. der Winkel, welchen die in den Seitenflächen desselben gezogenen Horizontallinien mit der Mittagslinie machen, wird von den Markscheidern nicht in Graden, sondern Stunden angegeben. Es wird nämlich der Horizont in 24 Stunden getheilet, welche vom Mittags- und Mitternachtspunkte aus zur Rechten bis XII fortgezählet werden. Auf solche Weise fallen diese Punkte in die zwölfte, der Morgen- und Abendpunkt aber in die sechsste Stunde, und von einem Gange, welcher von Nordost nach Südwest läuft, sagt man, er **streiche in der dritten Stunde.** Uebrigens streicht der Gang in einer guten oder schlechten Stunde, nachdem die Richtung desselben eine solche ist, nach welcher man in demselben Gebirge viel oder wenige fündige Gänge gefunden hat. Unter **Fallen** des Ganges versteht man die Neigung desselben gegen die Vertikalebene, und wird in Graden ausgedruckt. Alles, was hierbey auf Rechnung und Ausmessung ankömmt, wird in einer eigenen Wissenschaft, unter dem Nahmen **Markscheidekunst** (geometria subterranea), vorgetragen, wovon Herr **Kästner** α) verschiedene Anmerkungen gegeben, Herr **Lempe** β) aber dieselbe vollständig abgefasset hat.

Alle diese Gänge sind entweder mit einem von der Bergart verschiedenen Gestein ausgefüllt, oder sie sind leer, jene nennt man **fündige**, diese aber **taube Gänge**. Das Gestein in dem fündigen heißt auch die **Gangart**, und in diesen liegen die Erze.

Die

α) Anmerkungen über die Markscheidekunst Götting. 1775. 8.
β) Gründliche Anleitung zur Markscheidekunst Leipz. 1782. gr. 8.

Die Geschichte der Meinungen von den Gängen hat Herr **Werner** sehr vollständig erzählet. Schon beym **Diodorus Siculus** α) und **Plinius** β) findet man der Gänge Erwähnung gethan. Vollständig davon handelt aber besonders **Agricola** γ), welcher der Meinung ist, daß sie durch das Spalten bey Entstehung der Gebirgsmassen und durch eingedrungenes Wasser, und durch Einwirkung der Wärme und Kälte ausgefüllet wären. **Becher** δ) läßt die Erze von unterirdischen Dämpfen entstehen, welche aus dem Innern der Erde in die Matricen, die in den Gängen sich befunden hätten, eingedrungen wären. Nach **Henkel** ε) sollten diese Dämpfe durch eine Gährung im Gestein selbst entstehen, die er **Einwitterung** nannte, und setzte dabey das Daseyn der erforderlichen Matricen voraus, von welcher **Hofmann** ζ) und **Lehmann** η) in eigenen Abhandlungen handeln. Der erste, welcher glaubte, daß die Gänge mit den Erzen aus Verwandlung des Gebirgsteins durch ein eingedrungenes Salzwesen entstanden wären, war **Zimmermann** θ). Eine richtige Erklärung von den Gängen und ihrem eigentlichen Unterschied von den Flötzen gibt zuerst der Herr von **Oppel** ι) an. **Delius** κ) vollständige und ausführliche Gedanken über die Bildung der Gänge sind größtentheils aus dem **Agricola** entlehnet. **Baumer**

α) Bibl. histor. per *Laurent. Rhodomannum*, Hanov. 1604. fol. p. 150. 313.

β) Historia naturalis. Lib. XXXIII. cap. 21.

γ) De ortu et causis subterraneorum. III. 4. IV. 4. 5. 11. V. 7.

δ) Physica subterranea Francof. 1669. ed. *Stahlii* Lipf. 1703.

ε) Kieshistorie Leipz. 1725. Mediorum chymicorum non ultimum, appropriatio. Dresde et Lipf. 1727. 8.

ζ) De matricibus metallorum Lipf. 1738. 4.

η) Abhandlung von Metallmüttern und der Erzeugung der Metalle Berlin 1753. 8.

θ) Obersächs. Bergakademie. Dresd. u. Lpz. 1746. 4. St. 2. S. 105.

ι) Anleitung zur Markscheidekunst. Dresd. 1749. 4. §. 538. u. f. Bericht vom Bergbau 1769. 4. §. 29. u. f.

κ) Abhandlung von dem Ursprunge der Gebirge und Erzadern Leip. 1770. Anleitung zu der Bergbaukunst. Wien 1773. 4. S. 13 — 52.

mer [α]) meinet, daß die Gänge noch unter dem Meere entstanden wären, und bemerket, daß in ihnen Versteinerungen von Seethieren vorkommen. **Gerhard** [β]) hält die Gänge für Spalten des Gebirgsgesteins, welche durch herbeygeflossenes Wasser mit den im Nebenstein aufgelöseten Theilen ausgefüllet worden. Der Herr **von Trebra** [γ]) nimmt an, daß durch eine langsame immer fortwirkende Gährung oder innere Bewegung ganze Gebirgsmassen umgeändert würden, und **Lasius** [δ]) erkläret die Gänge für Spalten, welche sich mit Wasser anfüllten, das mit Luftsäure und andern Auflösungsmitteln imprägniret in die Gebirgsmasse eindrag, und die Erd- und Metalltheilchen auflösete, welche durch verschiedene Niederschlagungsmittel in den Gängen abgesezet wurden.

Herr **Werner** nimmt an, daß alle wahre Gänge wirkliche Spalten gewesen sind, die anfänglich ganz offen waren, und nachher fast allein von oben herein angefüllet sind. Die Hauptursachen dieser entstandenen Spalten waren die Schwere, das Zusammenziehen der durch erfolgte Austrockenung anfänglich feucht gewesenen Gebirgsmassen, Erdbeben u. s. w. Vermöge der Schwere konnten die Spalten auf mannigfaltige Art entstehen, nachdem sich nämlich die feuchten und weniger festen Gebirgsmassen zusammensetzten, und durch geringere Unterstützung nach der einen Seite hin gar verschiedentlich getrennt wurden, welche Wirkungen das höher gestandene allgemeine Gewässer veranlaßte. Eben der nasse Niederschlag, wodurch die Lager und Schichten der Gebirgsmassen, und unter solchen auch die vielen erzführenden gebildet wurden, erzeugte auch die Gangarten, wenn sich

α) Fundam. geographiae et hydrographiae subterraneae. Gieff. 1779. 8. Cap. XIV. §. 4.
β) Versuch und Geschichte des Mineralreichs. Berlin 1781. 8.
γ) Erfahrungen vom Innern der Gebirge. Dessau und Leipz. 1785. fol. S. 48.
δ) Beobachtungen über die Harzgebirge Th. 2. Hannov. 1789. 8. S. 415. f.

sich über den Spalten Auflösungen, welche dergleichen erz-führende Theile enthielten, befanden.

Die Spalten und Gänge sind zu verschiedenen Zeiten entstanden, und ihr relatives Alter wird durch folgende Kriterien erkennbar. 1) Ein jeder Gang, welcher einen andern durchsetzt, ist neuer, als der durchsetzte. Hieraus folgt also, daß diejenigen Gänge die ältesten sind, welche von allen übrigen durchsetzet werden, diejenigen aber die neuesten, welche alle übrige durchsetzen. 2) Was in der Mitte des Ganges sich befindet, ist gewöhnlich neuer, als dasjenige, was den Saalbändern näher liegt, und was in den obern bricht neuer, als das in den untern. 3) Bey einzelnen Stufen ist das Fossil, welches über dem andern vorkömmt, neuer, und dasjenige, was in andere mit ihm brechende eingewachsen scheint, älter als die übrigen.

Was die verschiedenen Gangformationen betrifft, so können diese durch alle Gebirge, jede einzeln für sich, ziemlich von einander unterschieden werden. Ihre Identität erkennt man vorzüglich aus der Uebereinstimmung der Erz- und Gangarten. Wenn Gänge ein und die nämlichen Erz- und Gangarten enthalten, so kann man sie als Gänge von ein und eben derselben Formation betrachten, besonders wenn sie zugleich eine Menge von verschiedenen Erz- und Gangarten führen.

Die veredelten Gangarten haben ihre Entstehung 1) von der Ausfüllung mit Erz- oder Metallmasse durch besondere Gelegenheit von oben oder durch innere Einfüllungskanäle, oder durch Gelegenheit zur Durchdringung der schon vorhandenen Gangart, 2) zum Theil auch von dem Hinzukommen eines besondern neuern Gang-Volumens erzführender Masse zu der bereits erzführenden Gangart, 3) selten aber von einer besondern Wahlanziehung des Nebensteins.

Es gibt in den Gebirgen nur gewisse Gegenden, welche vorzüglich ganzführend sind, besonders beruhet dieß auf dem Aeußern des Gebirges, und zwar theils auf der Lage des ganzen Gebirges in Rücksicht seiner Ausbreitung und

seines

seines Absfalls, theils aber auch auf der besonderen Lage der Gegend, wo sie angetroffen werden, wenn nämlich solche sanft ausgebreitet, auch wohl abgeplattet, oder auch, wenn es ein Punkt eines Hauptthals ist. Oft kommen auch in der nämlichen Gegend Gänge von verschiedenen Formationen zugleich vor, und machen zusammen eine Erzrefier aus. Dergleichen Gänge haben ausgezeichnete Merkmahle so wohl in Ansehung ihrer Formationsverschiedenheit, als auch in Ansehung ihres Formationsalters.

Eine Gangart von einer gewissen Formation kömmt zuweilen auf mancherley Art, und zwar so wohl in eigenen und besondern Gängen, als auch auf Kreuzen zweyer andern von ihr ganz verschiedenen Gänge, oft auch in der Mitte, seltener an dem einen Saalbande eines andern Ganges vor.

Daß anfänglich die Gangräume offene Spalten gewesen sind, sucht Herr **Werner** aus folgenden Gründen zu beweisen: 1) es müssen solche Spalten nothwendig entstehen, wenn die anfänglich lockern und feuchten Gebirgsmassen sich zusammensetzten und austrockneten. 2) In nassen Jahren und bey Erdbeben entstehen dergleichen jetzt noch; 3) die Lage und Gestalt beweiset dieß, und 4) die ganze Reihe von den schmälsten noch offenen Klüften bis zu den mächtigsten Gängen, so wie auch 5) die Drusen, welche nichts anders sind, als unvollendete Ausfüllungen, Ueberbleibsel von dem ehemahligen Gangraume. 6) Viele Gangarten zeigen offenbar die Leere des Raumes, z. B. die Ausfüllung mit runden Geschieben, mit Bruchstücken vom Nebengestein, mit Gangmasse, deren Trümmer wieder mit etwas anderem verbunden sind, mit Versteinerungen, mit Steinsalz und Steinkohlen; 7) das Verhalten der Gänge gegen einander, und 8) gegen die einzelnen Lager der Gebirgsmassen läßt sich daraus vollkommen, anders aber nicht erklären. 9) Diejenigen Gänge, welche aus mehreren Fossilien bestehen, sind aus verschiedenen mit den Saalbändern parallelen Lagen zusammengesetzet, deren Krystallisationen zu erkennen geben, daß sich eine auf die andere gesetzet habe, und daß gewöhnlich die, welche den

Saalbändern am nächsten liegen, zuerst entstanden sind, welches die allmälige Ausfüllung des Gangraumes genugsam beweiset.

Daß die Ausfüllung der Gangräume vermittelst eines nassen Niederschlages von oben herein erfolget sey, sucht er durch folgenden angenommenen Satz darzuthun: daß alle Flötzgebirge aus Bodensätzen des Wassers entstanden sind, und jede Schichte ein einzelner Bodensatz sey. Wenn nämlich ganze Gegenden, welche offene Gebirgsspalten besäßen, mit nasser chemischer Auflösung bedecket waren, so müßte sich nothwendig der Niederschlag aus selbiger ebenfalls in die mit der chemischen Auflösung angefüllten Spalten abgesetzet haben. Man findet eine große Menge von Beyspielen von Gängen, welche mit eben den Massen ausgefüllet sind, woraus die Flötzgebirge bestehen; von Lagern und Flötzen, welche die meisten Fossilien enthalten, die man auf den Gängen antrifft. Auch die Versteinerungen und Geschiebe in den Gängen, so wie die innere Struktur derselben, zeigen eine solche Anfüllung an.

In einigen Gebirgen gibt es Gänge, welche bald nach der Formation des Gebirges, und noch ehe die Gebirgsmasse erhärtete und austrocknete, entstanden seyn müssen. Diese sind besonders erkennbar durch die Uebereinstimmung des Gesteins mit der Gebirgsart, ihre ganz geringe Mächtigkeit, ihre völlige Verwachsenheit mit der Gebirgsart, und die Durchdringung des Nebengesteins nicht allein mit Erzarten, sondern sogar mit Gesteinart. Fast immer bestehen die so genannten Stockwerke aus solchen in Ansehung des Alters der Gebirgsart sehr nahe kommenden, in unzähliger Menge aufsätzenden Gängen.

Unter den Metallformationen scheint Zinn eine der ältesten zu seyn, indem man solches noch nie in Flötzgebirgen, jedoch noch in Porphyrgebirgen getroffen hat. Die Erze des Molybdäns und Scheels scheinen gleichfalls von ganz alter Formation, und ziemlich gleichzeitiger Entstehung mit den Zinnerzen zu seyn. Die Uraniums- und Wismuthsforma-

tionen scheinen neuer; doch trifft man sie auch in Flözgebirgen an. Gold und Silber sind von neuerer Formation; Quecksilber von verschiedenem Alter und sehr selten, dagegen die Formationen von Kupfer, Bley und Zink sehr zahlreich und von ungemein verschiedenem Alter sind; Kobalt, insbesondere Glanzkobalt und Kupfernickel sind meistentheils sehr neu, der einzige weiße Spielkobalt bricht allein im Urgebirgen, und in diesen selbst auf Lagern. Grau Spiesglaserz ist von mittlerem Alter. Die Formationen des Eisens scheinen von allen Altern, und unter allen die zahlreichsten zu seyn; die verschiedenen Braunsteinformationen aber sind von mittlerem Alter, und Arsenikkies scheint ein altes Erzeugniß zu seyn.

Herr **Werner** sucht endlich hieraus alle Theorien der Alten zu widerlegen, nach welchen behauptet wird, daß die Gebirge mit dem Erdkörper selbst einerley Alter und einerley Ursprung hätten; daß sie Zweige oder Aeste eines im Mittel der Erde befindlichen Stocks von Gangmasse, und durch eine Art von Vegetation entstanden sey; daß die Spalten der Gebirge sich bey der Sündfluth mit Gestein und Erde ausgefüllt hätten; daß die Erze durch aufgestiegene Dämpfe in den schon vorhandenen dazu geschickten Stein- und Erzarten erzeuget wären; daß sich die Gangräume durch den Niederschlag aus dem Wasser, welches sich aus dem Gebirge in selbige begeben, sowohl mit Gestein als Erzen ausgefüllet hätten; und endlich daß dieselben durch eine Umwandlung des Gebirggesteins in Gangart durch Auflösungsmittel entstanden wären.

Gangart, s. Gang.

Gas, Gasart, Luftart, luftförmiger Stoff, permanent elastisches, bleibend elastisches Fluidum (gas, aër, aura, aëris genus, fluidum aëriforme, fluidum elasticum, gas, air, espèce d'air, fluide aëriforme, fluide d'une élasticité permanente) heißt eine jede völlig unsichtbare, flüssige, elastische und schwere Materie, welche ihre elastische Form bey jedem Grade der Zusammendrückung, welche wir anzuwenden im Stande sind, und

be

bey jedem uns bekannten Grade der Kälte behält, und welche endlich in gläserne Gefäße eingeschlossen werden kann, ohne ihre Eigenschaften in denselben zu verändern. Hierdurch unterscheidet man also sehr leicht das Gas von den Dämpfen oder Dünsten, von dem tropfbar Flüssigen, und von den übrigen expansibeln Flüssigkeiten. Aus dieser Erklärung der Luft überhaupt sieht man sehr leicht ein, daß auch die gemeine oder atmosphärische Luft unter die Gasarten gehöret. Diese Luft hat man auch in den neuern Zeiten erst recht kennen gelernet, indem man Mittel aufgefunden hat, die Bestandtheile derselben besonders aufzufangen. Ueberhaupt aber scheinen alle Körper dazu aufgeleget zu seyn, durch den Beytritt von Wärmestoff und Lichtmaterie in eine permanent elastische Flüssigkeit überzugehen.

Durch Erfindung der Luftarten ist das Gebiet der Naturlehre ungemein erweitert worden, und ob sie gleich eigentlich Produkte der Chemie sind, so ist es doch höchst wahrscheinlich, daß selbst die Natur chemische Operationen zur Bildung der Luft anwendet. Ich werde daher hier die chemischen Eigenschaften der Luftarten einer Untersuchung unterwerfen, und die mechanischen derselben dem Artikel **Luft** vorbehalten.

Die verschiedenen elastischen Flüssigkeiten lassen sich auf mancherley Weise erhalten. Bey der Auflösung verschiedener Körper entwickelt sich künstliche Luft, woher eben das so genannte Aufbrausen bey manchen Auflösungen entstehet. Auch bey der Gährung, so wohl bey der geistigen als Essiggährung, als auch faulen Gährung und bey der Zerstörung der Körper durchs Verbrennen entwickeln sich Luftarten u. s. w. Allein es ist weder wahrscheinlich noch erweislich, daß alle diese Luftarten, ehe sie sich noch unter diesen Umständen befinden, in den Körpern gleichsam in einem zusammengepreßten Zustande da gewesen wären, vielmehr werden sie während der Operation in einen luftförmigen Zustand erst gebildet.

Alle diese luftartigen Stoffe, welche bey den Gährungen, Aufbrausen u. s. f. entstanden, waren den Alten nicht unbe-

 kannt,

kannt, ob sie gleich die Mittel noch nicht hatten, sie besonders aufzufangen. Sie belegten diese elastische Flüssigkeiten bis zu den Zeiten des **Paracelsus** mit dem Nahmen **wilder Luft, wilden Geistes** (spiritus syluestris). Sein Schüler, **van Helmont**, gebrauchte dafür zuerst den Nahmen **Gas**, vermuthlich von dem holländischen Worte **Ghoast**, welches mit dem hochdeutschen Worte, **Geist**, und mit dem englischen **Ghost** alle Aehnlichkeit hat. **Junker** [α]) hingegen leitet den Nahmen Gas von dem deutschen Worte **Gäscht** ab, welches so viel als einen Schaum oder Ausbruch der Luft aus einem Körper bedeutet. Man mag nun den Ausdruck **Gas** von einem Worte ableiten, von welchem man will, so ist es doch unstreitig gewiß, daß er zur Bezeichnung der luftförmigen Stoffe überhaupt sehr geschickt ist, weil es sonst gar keine eigene Bedeutung mehr hat.

Van Helmont [β]) unterschied schon verschiedene Arten der luftförmigen Flüssigkeiten durch die Ausdrücke gas sylvestre flammeum, ventosum, pingue u. s. f., und bemerkte auch, daß dieses Gas, worin sich manche Körper ganz auflösen lassen, in selbigen nicht in seiner elastischen Form, sondern in einer concreten und coagulirten Gestalt (spiritus concretus et corporis more coagulatus) zugegen sey.

Boyle [γ]) gab den Gasarten den Nahmen der künstlichen oder gemachten Luft, und fand zuerst, daß die atmosphärische Luft durch die Verbrennung in dem Volumen vermindert, oder nach seiner Erklärung, in der Federkraft geschwächt würde. Nach der Zeit hat **Hales** [δ]) die dahin gehörigen Versuche mit vielen andern verwandten Versuchen wieder-

α) Consp. chem. Tab. XIV. §. 14.

β) Complexionum atque mixtionum elementarium figmentum. Num. 14. in opp. omn. Francof. 1704. 4.

γ) Noua experim. physico-mechanica de elasticitate et grauitate aëris in opp. Genev. 1680. 4.

δ) Vegetable Statiks. Lond. 1727. 8. la statique des végétaux et l'analyse de l'air par M. *Hales* trad. de l'Angl. p. M. *de Buffon*. à Paris 1735. exp. CIII. et CVI. p. 198. 200. Statik der Gewächse. Halle 1747. 8.

wiederhohlet, und sich dabey solcher Geräthschaften (m. s. pneumatisch-chemischer Apparat) bedienet, welche ihn in den Stand setzten, den von der Luft so wohl vor als nach dem Ausbrennen der Flamme erfüllten Raum zu messen. Von diesen Versuchen findet man viel Lehrreiches beym **Lavoisier** α) und **Weigel** β).

Boerhaave γ) glaubte theils aus den Versuchen des **Hales**, theils aber auch aus seinen eigenen sich überzeuget zu haben, daß die Luft in einem unelastischen Zustande als Bestandtheil in der Grundmischung vieler andern Massen stecke; und hieraus ward nach und nach der Nahme fixe **Luft** eingeführet. Nach dem Urtheile des **Lavoisier**, ist es vornämlich D. **Jos. Black**, welcher die fixe Luft in die Chymie brachte. Seine Untersuchungen über die weiße Magnesie und ihren Unterschied von der Kalkerde, haben dieß vorzüglich veranlasset. Er suchte zu beweisen, daß die Aetzbarkeit und auflösende Kraft des Kalks und der Laugensalze von dem Grade der Sättigung mit fixer Luft abhänge. Diese seine Untersuchungen machte er zuerst im Jahre 1755 bekannt δ). Einiges hiervon wendete **Macbride** ε) auf den thierischen Körper an.

Alle seine Vorgänger aber übertraf D. **Priestley** ζ). Seine großen und wichtigen Entdeckungen veranlaßten Un-

α) Opuscules physiques et chymiques. Paris 1744. Tom. I. P. I. Lavoisier physikalisch-chemische Schriften, aus d. Französ. von Weigel. Greifsw. 1783 8.

β) Beyträge zur Geschichte der Luftarten. Greifs. 1784. 8. Th. I.

γ) Elementa chemiae.

δ) Essays and observat. read before a society in Edinburgh. Vol. II. Neue Bemerk. und Versuche. Th. II. Altenb. 1757.

ε) Experimental essays on medical and philosophical subjects. Lond. 1767. 8.

ζ) Experiments and observat. on different kinds of air. Lond. 1774 — 1786. gr. 8. Vol. I–VI. Deutsch: Versuche und Beobachtungen über die verschiedenen Gattungen der Luft, von D. Christ. Ludwig. Wien u. Leipz. 1778. 1779. 1780. Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre. Leipz. 1780. Zweyter Theil. Wien u. Leipz. 1782. 8. Herr Priestley hat seine sämmtlichen physisch-chemischen Schriften in 3 Bänden in 8. zu London 1790 herausgegeben.

tersuchungen, welche das Gebiet der physischen Chemie ungemein erweiterten, und neue Aufschlüsse in den wichtigsten Naturoperationen gaben. Und eben von dieser Zeit an wurde die Lehre von den Gasarten ein nicht geringer Zweig der Naturlehre.

Die vorzüglichsten Schriften, welche von diesem Gegenstande gehandelt haben, sind von **Leonhardi** [α]) angeführet worden. Kurz zusammengefaßt findet man die Lehre von den Gasarten beym **Cavallo** [β]), **Leonhardi** [γ]), **Rouland** [δ]), **de la Metherie** [ε]), und in einer Tabelle von **Tromsdorf** [ζ]).

Die Luftarten entwickeln sich auf ähnliche Art, wie der Dampf entstehet, und der Unterschied von beyden liegt bloß darin, daß bey den Luftarten der Wärmestoff mit den Grundlagen derselben chemisch bey den Dämpfen aber nur mechanisch verbunden ist. Ein jedes Gas macht also für sich ein eigenes permanent elastisches Fluidum aus, und es ist meiner Meinung nach auf keine Weise zu behaupten, daß das Gas seine elastische Form allein dem Wärmestoffe zu verdanken habe, wie Herr **Gren** meinet, sondern es macht eigentlich ein elastisches Medium der Basis und des Wärmestoffs aus, und ist daher ein Körper von eigener nicht aber abgeleiteten expansiven Elasticität.

Herr **de Lüc** [η]) theilet die expansibeln (ausdehnbaren) Flüssigkeiten überhaupt in zwey Classen ein, nämlich in **Dünste** (vapeurs), und in **luftförmige Flüssigkeiten** (fluides

α) Macquer's chymisches Wörterbuch. Art. Gas.

β) Abhandlungen über die Eigenschaften der Luft und der übrigen beständig elastischen Materien, nebst einer Einleitung in die Chemie, aus dem Engl. Leipz. 1783. 8.

γ) Aerologiae physico-chem. recentioris primae lineae. Lips. 1781. 4. und kurzer Umriß der neuern Entdeckungen über die Luftgattungen Leipz. 1782; befindet sich in s. Uebersetzung von Scheelens Abhandl. von Luft und Feuer. Leipz. 1782. 8.

δ) Tableau historique des propriétés de l'air. à Paris 1784. 8.

ε) Essai analytique sur l'air pur et les différ. espèces d'air. à Paris 1785. 8. Deutsch nach der 2ten Ausgabe. Leipz. 1790.

ζ) Tabelle über die Luftarten. Weimar 1790.

η) Neue Ideen über die Meteorologie S. 73 u. f.

(fluides aëriformes) ein. Den ersten Grund der Ausdehnbarkeit sucht er überhaupt im Lichte, als welches nach seinem Vermuthen der einzige wirklich elementarische Stoff sey. Alle übrige ausdehnbare Flüssigkeiten sind nach ihm zusammengesetzet, welche ohne Aufhören entstehen und vergehen. Sie erhalten ihre Elasticität von einem ihrer Bestandtheile, welchen er das **fortleitende Fluidum** (fluide déférent) nennt. Eben dieses fortleitende Fluidum macht mit einer an der schweren nicht elastischen Substanz (substance grave) die ausdehnbare Flüssigkeit aus. Die unterscheidenden Kennzeichen der Dämpfe und der luftförmigen Flüssigkeiten, sind übrigens nach Herrn **de Lüc** folgende:

1. Die luftförmigen Flüssigkeiten können jeden bekannten Grad des Drucks, ohne sich zu zersetzen, aushalten; da im Gegentheil die Dämpfe sich zersetzen, wenn sie einen zu großen Druck leiden.
2. Die luftförmigen Flüssigkeiten erleiden nur alsdann eine Zersetzung, wenn zwischen ihren bloß schweren, und einer andern Substanz sich eine Verwandtschaft äußert, welche die Verwandtschaft der erstern gegen ihr fortleitendes Fluidum übertrifft. Es kann also ein luftförmiges Fluidum nicht zersetzet werden, wenn es in einem hermetisch versiegelten Gefäße eingeschlossen ist. Die Dämpfe hingegen können sich in einem solchen Gefäße zersetzen, weil ihre fortleitende Flüssigkeiten Neigung zum Entweichen besitzen, um ein gewisses Gleichgewicht, welches den verschiedenen Gattungen eigen ist, wieder herzustellen.
3. Wenn die luftförmigen Flüssigkeiten einmahl gebildet sind, so ist ihre Zusammensetzung bestimmt, und sie können ihre Natur nicht ändern, wenn nicht andere neue Substanz hinzukömmt. Bey den Dünsten aber ist das Verhältniß der respektiven Mengen derselben Bestandtheile sehr abwechselnd, und ihre Elasticität hängt allein von der Menge des in ihnen fortleitenden Fluidums ab.

Diese drey auszeichnenden Kennzeichen der Dämpfe in Vergleichung mit den luftförmigen Flüssigkeiten, rührt bloß von der schwachen Verbindung ihrer schweren Substanz mit dem fortleitenden Fluidum her, da hingegen bey den andern eine weit stärkere und innigere Verbindung der schweren Substanz mit dem fortleitenden Fluidum Statt hat.

Um die Gasarten besonders aufzufangen, sind einige Werkzeuge dazu nöthig, welche unter dem Nahmen des pnevmatisch-chemischen Apparats begriffen werden, wovon mit mehreren unter einem eigenen Artikel.

Man kann alle Gasarten, deren Eigenschaften nach alphabetischer Ordnung angegeben werden sollen, in zwey Classen bringen: in die erste gehören diejenigen, welche das Einathmen der Thiere und das Verbrennen der Körper befördern, und **respirable Luftarten** genannt werden können; in die zweyte gehören diejenigen, welche weder zum Athemhohlen für Thiere, noch zur Erhaltung des Feuers dienen, und **irrespirable, mephitische Luftarten** heißen. Die mephitischen Luftarten sind entweder wieder solche, die sich nicht im Wasser vermischen, oder welche sich damit vermischen lassen. Dieser letzte Unterschied ist vorzüglich dieserwegen wichtig, weil viel hierauf bey ihrer Gewinnung und Behandlung ankömmt. Auch gibt es unter den mephitischen Gasarten einige, welche sich mit Berührung der atmosphärischen Luft entzünden, andere aber nicht.

Gas, atmosphärisches, atmosphärische Luft, gemeine Luft (gas atmosphaericum, aër atmosphaericus, vulgaris, communis, gas ventosum, gas atmosphèrique, air commun, air de l'atmosphère) heißt diejenige unsichtbare, farbenlose, schwere und permanent elastische flüssige Materie, welche in gläsernen und metallenen Gefäßen eingeschlossen werden kann, und unsere Erde allenthalben umgibt. Es wird hier in diesem Artikel als bewiesen angenommen, daß unsere Erde von dieser Luft allenthalben bis auf eine gewisse Entfernung umgeben werde. Ueberhaupt sollen hier bloß die chemischen Eigenschaften

dieser

dieser Luft nebst dem Verhalten derselben gegen andere Luftarten untersuchet, so wie ihre eigentlich physischen unter dem Artikel **Luft** besonders vorgetragen werden.

Man muß die atmosphärische Luft von der Atmosphäre selbst oder vom Dunstkreise unterscheiden, indem in demselben außer der eigentlichen atmosphärischen Luft noch eine Menge anderer unzählbarer Stoffe darin sich aufhalten können. Ueberhaupt ist die Atmosphäre unserer Erde eine Werkstatt, in welcher Operationen vorgehen, die uns noch lange nicht genug bekannt sind. So steigen in selbiger Dämpfe von allen denjenigen Körpern auf, welche sich bey den gewöhnlichen Graden der Temperatur in elastische Flüssigkeiten verwandeln können, und es ist jetzt noch immer unter den Naturforschern streitig, ob diese aufgestiegenen Dünste mit der eigentlichen atmosphärischen Luft chemisch aufgelöset verbunden sind, oder ob sie nur als dampfförmige Substanzen mechanisch mit dieser vermengt sey.

Die eigentliche atmosphärische Luft ist aber doch keinesweges, wie die Alten glaubten, einfach. Erst die Untersuchungen der Lebensluft haben eine genauere Kenntniß der atmosphärischen Luft bewirket. Man findet in der atmosphärischen Luft an den Körpern eben die Phänomene, wie in der Lebensluft. M. s. Gas, dephlogistisirtes. Sie ist dienlich zum Athemhohlen für Thiere und befördert das Verbrennen der Körper, obgleich das Athemhohlen in selbiger nicht so frey und die Flamme der Körper nicht so glänzend ist, als in der Lebensluft. Hieraus kann man schon schließen, daß die atmosphärische Luft einen Theil Lebensluft besitzen müsse, welcher zur Unterhaltung des Feuers und des Athemhohlens der Thiere dienet.

Man nehme einen offenen Glascylinder, welcher mittelst eines eingeriebenen Stöpsels luftdicht verschlossen werden kann, stelle ihn alsdann offen in ein Gefäß mit angefülltem Wasser oder Quecksilber, so daß er etwa bis zur Hälfte seiner Höhe darin stehe, und bemerke sich die Höhe des Quecksilbers in ihm genau durch ein angebrachtes Zeichen. Hier-

auf lasse man ein Stückchen Phosphor unter den Cylinder treten, und zünde selbigen vermittelst eines Brennglases durch das Sonnenfeuer an. Er verbrennt mit Flamme und weißem Rauche. Durch die entstehende Hitze wird die Luft anfänglich ausgedehnet, und man muß daher Sorge tragen, daß von der eingeschlossenen Luft nichts entweiche; allein bald nimmt ihr Volumen ab, und das Quecksilber steiget über das gemachte Zeichen in dem Cylinder durch den Druck der äußern Luft empor. Nachdem nun alles erkaltet, und auf die vorige Temperatur zurückgebracht ist, so findet man die rückständige Luft um ein Merkliches in ihrem Volumen vermindert. Waren die Luft und das Quecksilber recht trocken, so findet man die Fläche des Quecksilbers und des Cylinders mit einem weißen Salze bedecket, welches sauer schmecket, sich leicht im Wasser auflöset, und in der freyen Luft zu einer sauren Flüssigkeit zerfließet. Es ist dieß saure Salz wahre Phosphorsäure, welche, noch ehe sie zerfließt, mehr wiegt, als der Phosphor, welcher dabey verbrannt ist. So wiegt beym gänzlichen Verbrennen von einem Grane Phosphor dieses saure Salz $2\frac{1}{2}$ Gran. In 12 Cubikzoll paris. Maß atmosph. Luft kann man etwa ein paris. Gran Phosphor verbrennen; dabey nimmt die Luft etwa um 3 Cubikzoll oder $1\frac{1}{2}$ Gran ab, und diese Abnahme beträgt eben so viel als die Zunahme des Gewichtes der erzeugten Phosphorsäure. Die nach dem Verbrennen übrig gebliebene Luft ist zum fernern Verbrennen des Phosphors sowohl als auch jedes andern verbrennlichen Körpers ganz untauglich; auch dient sie zum Athemhohlen nicht mehr, sondern ist vielmehr erstickend. Alle diese Erscheinungen finden bey jedem Verbrennen Statt; die atmosphärische Luft erleidet allemahl dabey eine Verminderung in ihrem Volumen, und der Rückstand ist jederzeit den Thieren zum Athemhohlen untauglich. Auch beym Athmen der Thiere und Menschen selbst in einem verschlossenen Raume wird die atmosphärische Luft nach und nach verderblicher, und zuletzt zur fernern Unterhaltung des thierischen Lebens untauglich. Diese

durch

durch Erfahrungen bewiesenen Thatsachen zeigen deutlich, daß ein Theil in der atmosphärischen Luft sich befinden müsse, welcher zur Unterhaltung der Flamme der verbrennlichen Körper und zum Athmen der Thiere geschickt ist, und dieser Theil muß selbst an den verbrennlichen Körper beym Verbrennen treten, indem sich sonst auf keine Weise die Gewichtszunahme des verbrannten Körpers erklären läßt. Da nun die rückständige Luft ganz und gar weder zur fernern Unterhaltung der Flamme noch zum Athmen der Thiere tauglich ist, so lassen sich hierbey noch folgende zwey Fälle gedenken: entweder muß sich beym Verbrennen ein materieller Stoff aus dem brennenden Körper entwickeln, und dieser mit dem zurückgebliebenen Theile der Luft verbunden werden, wodurch die Eigenschaften derselben sich ändern, oder es muß die atmosphärische Luft selbst eine aus mehreren verschiedenen Grundstoffen vermischte Materie seyn, wovon nur eine gewisse Art zur Unterhaltung der Flamme geschickt ist, welche aber zugleich während des Verbrennens der Luft nach und nach entzogen wird. Das erstere dachten sich vormahls diejenigen, welche von dem sogenannten Brennstoff oder Phlogiston einen ganz andern Begriff als die jetzigen Naturforscher sich machten. Sie stellten sich nämlich vor, daß das Phlogiston beym Verbrennen sich mit der atmosphärischen Luft verbinde, und diese phlogistisire oder zur weitern Unterhaltung der Flamme und des thierischen Lebens ganz untauglich mache. Nachdem man nun in den neuern Zeiten Mittel aufgefunden hatte, die dephlogistisirte Luft ganz rein zu gewinnen, so schloß man ganz natürlich nach der Alten ihrer Meinung, daß die reine Luft durchs Verbrennen der Körper in selbiger nie ganz verschwinden könnte, weil das Phlogiston einen Theil derselben verderben oder phlogistisiren müsse. Allein man fand bey sorgfältiger Behandlung in den neuern Zeiten, daß bey hinlänglicher Menge der brennbaren Materie die ganz reine Lebensluft sich völlig verzehre, wodurch die Meinung der Phogistisirung der Luft auf ein Mahl widerleget wurde. Hieraus ergab sich also, daß der

Theil

Theil der atmosphärischen Luft, welcher zur Unterhaltung der Flamme der verbrennlichen Körper und zum Athmen der Thiere reine dephlogistisirte Luft, und der Rückstand, als der andere Antheil der atmosphärischen Luft, eine wahre verdorbene Luft (Stickgas) seyn müsse. Es besteht also die atmosphärische Luft aus zwey luftförmigen Stoffen, nämlich aus dephlogistisirter Luft (Sauerstoffgas) und mephitischer Luft (Stickgas), wozu einige noch etwas Luftsäure setzen. Man darf aber hieraus keinesweges schließen, daß die atmosphärische Luft als eine bloße Mischung von diesen beyden Luftarten zu betrachten sey, vielmehr scheinen sie chemisch mit einander verbunden, und folglich die atmosphärische Luft ganz homogen zu seyn; sie wird bloß durchs Verbrennen verbrennlicher Körper, durchs Athmen u. s. f. zersetzt, und in ihre Bestandtheile zerleget.

Durch ein genaues Verfahren beym Verbrennen des Phosphors in atmosphärischer Luft, und durch andere Mittel hat man das Verhältniß der dephlogistisirten Luft zum Stickgas wie 27:73 bis 30:73 gefunden *). Der Antheil des luftsauren oder kohlengesäuerten Gas in der atmosphärischen Luft ist sehr gering, und scheinet nach Localumständen sehr ungleich zu seyn, daher er von einigen auf $\frac{1}{10}$, von andern hingegen nur auf $\frac{1}{100}$ gesetzet wird.

Außer dem Verbrennen und Athmen der Thiere wird die atmosphärische Luft verdorben durch das Calciniren der Metalle, durch die Gährungen, sowohl geistigen, essigsauren, als auch faulen Gährungen, durch die Wirkung des Schwefels, des Kalkes mit Wasser oder Säuren, des Eisens und Kupfers mit flüchtigem Alkali, des Bleyes mit Weinessig u. s. f. wobey jederzeit eine Verminderung des Luftvolumens Statt findet. Ueberhaupt läßt sich annehmen, daß die gemeine Luft, welche durch irgend ein Verfahren in ihrem Volumen ist vermindert worden, nicht mehr so rein als vorher sey, und daß eine bestimmte Quantität von Luft, welche sich durch keinen der genannten Processe weiter vermindern

*) *Lavoisier* traité élément. de chimie To. I. p. 33. sq.

mindern läßt, zum Athmen und zur Verbrennung gar nichts mehr tauge. **Boyle**, und die übrigen damahls lebenden Naturforscher, welchen diese Verminderung des Luftvolumens nicht unbekannt war, betrachteten diese als Folge einer geschwächten Elasticität der Luft, die alsdann durch den gewöhnlichen Druck der Atmosphäre in einen engern Raum zusammengepreßt werde. Weil man aber diesen Rückstand der Luft specifisch leichter als die gemeine atmosphärische Luft fand, und mithin diese Ursache nicht als wahr annehmen konnte, so behauptete **Priestley** zuerst, daß die fixe Luft, welche den schwersten Theil der atmosphärischen Luft ausmache, durch die Verbindung mit dem Phlogiston niedergeschlagen werde. Da er aber nachher bemerkte, daß ähnliche Verminderungen auch bey solchen Gasarten erfolgten, welche gar keinen Theil von fixer Luft in sich hielten, so nahm er diese Verminderung als eine wirkliche Zusammenziehung des Volumens an, deren Art und Weise er aber nicht erklären konnte. Nach den neuern Entdeckungen aber ergibt sich die Verminderung des Luftvolumens und des specifischen Gewichtes von selbst, wenn man annimmt, daß die atmosphärische Luft bey diesen Processen nicht deßwegen verdorben wird, weil Phlogiston in sie übergehet, sondern weil ihr reiner Theil zersetzt und der Sauerstoff entzogen wird.

Selbst der elektrische Funke verderbt die atmosphärische Luft, wenn er zu wiederhohlten Mahlen durch eine gewisse Quantität derselben gehet. Zu diesem Versuche bediente sich **Priestley** einer Glasröhre von $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmesser, an deren einem Ende ein Draht angekittet war, welcher als Axe ein wenig in die Röhre hineinging, und am äußern Ende einen Knopf hatte; das andere offene Ende der Röhre steckte er in Lakmustinktur, und brachte den Knopf gegen den Conduktor der Maschine, so daß der elektrische Funke aus dem innern Ende des Drahtes durch die Luft in die Tinktur schlug. Durch wiederhohlte Funken fand er etwa nach zwey Minuten die Luft in ihrem Volumen vermindert, und den obern Theil der Lakmustinktur roth gefärbet. Aus diesem

diesem Versuche schloß **Priestley**, daß der elektrische Funke selbst Phlogiston besitze und beym Durchgange durch die Luft dieselbe phlogistisire. **Fontana** aber wollte durch Versuche gezeiget haben, welche **Cavallo** [α]) anführet, daß das Phlogiston nicht von elektrischen Funken, sondern vom dem Kitt und dem Drahte herrühre, weil diese Erscheinung nicht erfolge, wenn man Silberdraht ohne Kitt in die Glasröhre einschleife. Allein **Henry Cavendish** [β]) fand, daß die Röthe der Lakmustinktur von einer dabey erzeugten Salpetersäure herrühre. Dieser entdeckte nämlich, daß eine Mischung von dephlogistisirter und phlogistisirter Luft, folglich von zwey Bestandtheilen der atmosphärischen Luft, durch die Wirkung der Elektricität in Salpetersäure verwandelt werde. Nahm er eine Mischung von 5 Theilen dephlogistisirter und 3 Theilen phlogistisirter Luft, so verschwand das Luftvolumen beynahe ganz. Auch der Herr **van Marum** [γ]) hat mit der großen teylerischen Maschine fast gleiche Resultate erhalten.

Verschiedene Naturforscher glauben, daß die atmosphärische Luft als Auflösungsmittel bey der Ausdünstung des Wassers wirke, und dieses folglich aufgelöset in sich halte. Daher auch diese einen Unterschied zwischen der Verdampfung und der Ausdünstung machen. Allein Herr **de Lüc** hat mit überwiegenden Gründen hinlänglich dargethan, daß die Ausdünstung eigentlich eine wahre Verdampfung sey, und zeiget sehr wahrscheinlich, daß der aufgestiegene und mit der Luft vermengte Wasserdunst durch Hinzukunft eines dritten noch unbekannten Bindungsmittels in den luftförmigen Zustand übergehe, daß folglich das Wasser selbst in Luft sich verwandele. M. s. **Ausdünstung**. Herr **de Lüc** wagt es aber nicht zu bestimmen, worin das Bindungs-

α) Ueber die Natur und Eigenschaften der Luft. S. 391.

β) Philosoph. transact. Vol. LXXV. P. II. p. 372. s. Vol. LXXVIII. P. II. p. 260. u. vom letzt. übers. in Grens Journal der Physik B. I. S. 282. u. f.

γ) Beschreibung einer ungemein großen Elektrisirmaschine. Erste Fortsetz. II. Th. 1. Absch. S. 36.

dungsmittel bestehe, welches dem Wasserdunste die permanent elastische Form gebe; er vermuthet vielmehr *), daß man noch neue wirkende Ursachen in der Natur zu entdecken habe, um die meteorologischen Erscheinungen vollständig zu erklären. Bey allen diesen Phänomenen aber scheine doch die Elektricität eine sehr stark mitwirkende Ursache zu seyn, und in einigen Fällen beym Wasserdunste chemisch zu wirken. Vorzüglich schienen dieß folgende Thatsachen zu bestätigen: 1) die Elektricität befördere die Ausdünstung; 2) entstånden nach den Versuchen des Herrn **Paets van Troostwyk** und **Deimann** Gasarten, wenn der elektrische Funken durch Wasser schlägt. 3) Bey den Donnerwettern, als einer der vorzüglichsten Luftzersetzungen, zeigten sich eine große Menge von elektrischem Fluidum, von welchem Herr **de Lüc** sehr wahrscheinlich gezeiget hat, daß dieses nicht als Ladung in den Wolken könne gewesen seyn; 4) in den höhern Gegenden der Atmosphäre, wo vorzüglich die Wasserdünste in Luft verwandelt werden, sey das elektrische Fluidum wegen seiner Leichtigkeit an meisten anzutreffen.

Auch nimmt das Wasser atmosphärische Luft auf. Ob aber dieses alsdann die aufgenommene Luft noch als solche halten könne, das scheinet meiner Meinung nach nicht so ganz ausgemacht zu seyn. Schon unter dem Artikel Eis habe ich den Gedanken geäußert, daß das Wasser im natürlichen Zustande keine Luft enthalte. Daß in dem Eise wirkliche Luftblasen anzutreffen sind, rührt meiner Meinung nach nicht davon her, weil das Wasser wirkliche Luft enthielt, sondern weil bey jedem veränderten Grade der Wärme aus Wasser Luft entstehen kann. Meine Gründe sind diese: 1) ist die ausdehnende Kraft der Luft bey jedem Grade der Wärme jederzeit größer, als die des Wassers; sollte nun die Luft mit dem Wasser wirklich als Luft verbunden seyn, so müßte dieß bloß auf eine mechanische Art, nämlich durch Adhäsion, geschehen; dieß würde sich aber mit der überwiegenden ausdehnenden

*) Siebent. Brief an Herrn de la Metherie; in Grens Journal der Physik B. IV. S. 264. u. f.

nenden Kraft der Luft nicht zusammenräumen lassen. Auch lehret wirklich die Erfahrung, daß Luft, die man unter Wasser gehen läßt, aus selbigem sogleich wieder in die Höhe steiget; 2) ist es nicht zu begreifen, wie eine so große Menge von Luft, die nach den gewöhnlichen angegebenen Versuchen einen sehr vielmahl größern Raum als das Wasser ausfüllen müßte, um mit der äußern Luft das Gleichgewicht zu halten, in einem solchen Raume im zusammengepreßten Zustande erhalten werden könne, ohne ihre Elasticität zu äußern; welche Kraft wäre wohl vorhanden, welche dieser Elasticität Schranken setzte? — Mir däucht, Herr **de Lüc** hat mit ganz guten Gründen dargethan, daß Wasser in Luft, und umgekehrt Luft wieder in Wasser verwandelt werden könne. Soll e nach Herrn **de Lüc's** Vermuthung die Elektricität als Bindungsmittel mitwirken, so widerspricht dieß meiner Behauptung nicht. Denn veränderte Temperatur setzt auch veränderte Grade der Wärme voraus, und wo Wärme entstehet und vergehet, ist jederzeit Elektricität vorhanden. Nach der dynamischen Lehrart erhält das vollkommen flüssige Wasser gar keine Zwischenräume, in welchen sich die Luft als Luft aufhalten könnte; daher bleibt es mir sehr wahrscheinlich, daß die atmosphärische Luft, welche sich mit dem Wasser verbindet, selbst wieder in Wasser verwandelt wird, und wenn sich Luft aus selbigem wieder entbindet, diese erst im Wasser erzeuget werde, und wegen ihrer specifischen Leichtigkeit in die Höhe steige. Auch scheinen diese meine Meinung die neuern Versuche, nach welchen das Wasser durch den elektrischen Funken in Luftarten verwandelt werden kann, noch mehr zu bestätigen.

Durch die verschiedenen und mancherley Prozesse, welche die gemeine Luft verderben, würde selbst die ganze Masse der die Erde umgebenden Luft in ihrer Bestimmung untüchtig machen, wenn nicht die gütige Natur schon dafür gesorget hätte, durch verschiedene Mittel die verdorbene atmosphärische Luft wieder in einen verbesserten Zustand zu setzen. Man war sonst der Meinung, daß die Vegetation oder das

Wachsthum der Pflanzen das vorzüglichste Mittel sey, dessen sich die Natur bediene, um der Verderbung der Luft durch Athemhohlen der Thiere und Menschen, durch Verbrennung, Fäulniß und andere Prozesse entgegen zu wirken. D. **Priestley** hatte diese wichtige Entdeckung zuerst gemacht, nachdem er sich mit Versuchen, um die verdorbene Luft zu verbessern, vergeblich beschäftiget hatte. Er nahm nämlich wahr, daß die durchs Athmen der Thiere ganz verdorbene Luft vermittelst der Vegetation so gut wieder hergestellet werde, daß nach einigen Tagen ein Thier in selbiger wieder eben so gut und eben so lange lebte, als in einer gleichen Menge atmosphärischer Luft. Bey diesen Versuchen gebrauchte er vorzüglich die **Münze** (mentha piperitis Lin.). Andern Naturforschern, welche die Versuche wiederhohlten, gelang es nicht, die verdorbene Luft durch dieses Mittel wieder herzustellen, und selbst **Priestley** fand im Jahre 1778 bey Wiederhohlung dieser Versuche mit andern Pflanzen das Resultat derselben sehr zweifelhaft. Im Jahre 1779 machte aber D. **Ingenhouß** *) verschiedene Versuche mit den Pflanzen bekannt, aus welchen er folgende Resultate ziehen konnte: 1) hätten die meisten Pflanzen die Kraft, verdorbene Luft in kurzer Zeit zu verbessern, wenn sie dem Sonnenlichte ausgesetzet werden, im Gegentheil machten sie die Luft zur Nachtzeit unrein, und wenn sie im Schatten sich befänden; 2) geben die Pflanzen aus ihrer eigenen Substanz am Sonnenlichte eine reine dephlogistisirte Luft, in der Nacht aber, oder im Schatten eine sehr unreine Luft; 3) diese Wirkung brächten nicht alle Theile der Pflanzen, sondern nur die grünen Stengel und Blätter, besonders durch ihre untere Seite hervor; 4) fange die Entwickelung der dephlogistisirten Luft erst einige Stunden nach Erscheinung der

*) Experim. upon vegetables. Lond. 1779. 8. Versuche mit Pflanzen, wodurch entdecket worden, daß sie die Kraft besitzen, die atmosphärische Luft beym Sonnenschein zu reinigen, des Nachts aber zu verschlimmern. Leipz. 1780. 8. Wien. Th. I.–III. 1785–1790. 8.

der Sonne über dem Horizonte an, und höre mit Tagesende auf. Uebrigens betrage aber die schädliche Luft aus einer Pflanze zur Nachtzeit kaum $\frac{1}{100}$ von der dephlogistisirten, welche an einem heitern Tage in zwey Stunden aus ihr entwickelt werde. **Sennebier** [α]) in Genf suchte dagegen zu behaupten, daß die Pflanzen zur Nachtzeit gar keine Luft gäben, welches aber **Ingenhouß** [β]) widerleget, und die Richtigkeit seiner Behauptung durch hinlängliche Versuche bestätiget hat. Wenn man aber bedenkt, wie viele Luft von Zeit zu Zeit durch alle vorerwähnte Prozesse zersetzet werde, so scheint die Vegetation allein zum Ersatz eines so großen Verlustes nicht hinreichend zu seyn. Nach dem antiphlogistischen Systeme geschiehet diese Verbesserung der atmosphärischen Luft bey der Vegetation durch Zerlegung des Wassers, welches aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzet ist, indem sich nämlich der Wasserstoff mit der Pflanze verbindet, der Sauerstoff aber frey wird, und in Gasgestalt in die Atmosphäre übergehet. Hiernach wäre also das Wasser das vorzüglichste Mittel, welches durch den Sauerstoff des zersetzten Wassers die Salubrität der verdorbenen Luft wieder herstellte. Da aber auch die Antiphlogistiker zur Erklärung verschiedener Meteore sehr starke Zusammensetzungen vom Wasser im Luftkreise annehmen müssen, welche eine erstaunlich große Menge Sauerstoff erfordern, so wird es nur noch schwerer zu begreifen, wie eine solche große Quantität von Sauerstoff durch eine solche geringe Wasserzerlegung, welche die Pflanzen bewirken, ersetzet werden könne.

Uebrigens

α) Mémoires physico-chymiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les êtres des trois règnes de la nature, et surtout ceux du règne végétal. à Génève 1782. T. I.-III. 8. Joh Sennebiers physikalisch chemische Abhandlung über den Einfluß des Sonnenlichtes auf alle drey Reiche der Natur, a. d. Franz. Th. I.-IV. Leipz. 1785. 8. Expériences sur l'action de la lumière solaire pour le végétation. à Génève 1788. 8.

β) Einige Bemerkungen über die Oekonomie der Pflanzen; in den vermischten Schriften durch Molitor. Wien. 1784. gr. 8. B. S. 341 ff.

Uebrigens hängt die Reinigkeit und Salubrität der Luft viel von lokalen Umständen ab. So ist z. B. die Luft in Gegenden, wo viele Sümpfe sich befinden, besonders wenn sie allenthalben von Bergen eingeschlossen werden, und ganz ohne Luftzug sind, nicht so rein und heilsam, als in andern Gegenden, welche eine günstigere Lage haben. Den Grad der Reinigkeit an verschiedenen Orten der Erde zu bestimmen, hat man Werkzeuge unter dem Nahmen **Eudiometer** angegeben, wovon der Artikel **Eudiometer** nachzusehen ist. Im Ganzen genommen, findet man vermittelst der Eudiometer die Luft an verschiedenen Orten der Erde nicht sehr verschieden. Gleichwohl aber bemerket man nicht unbeträchtliche Unterschiede in Ansehung der Heilsamkeit der Luft in Gegenden, wo das Eudiometer fast gleiche Reinigkeit anzeiget, obgleich die Gesundheit der Einwohner augenscheinlich das Gegentheil zeiget. Daraus erhellet, daß das Eudiometer als kein untrügliches Mittel zur Bestimmung der Salubrität der Luft angesehen werden könne.

Schon in den alten Zeiten hat man auf Mittel gedacht, die verdorbene Luft durch die Kunst zu verbessern. Allein man ist hierin nicht glücklich gewesen. Das einzige bekannte Mittel, die schlechte Luft aus Gegenden, wo sie häufig und unvermeidlich erzeuget wird, hinwegzubringen, ist der Luftzug. Hierdurch wird aber doch die Luft eigentlich nicht verbessert, sondern nur die schlechte weggeführet, und reine an deren Stelle gebracht.

Herr **Achard** *) hat gefunden, daß phlogistisirte Luft ungemein verbessert wird, wenn sie durch geschmolzenen Salpeter gehet. Ohne Zweifel liegt die Wirkung hiervon darin, daß sich aus dem geschmolzenen Salpeter dephlogistisirte Luft häufig entbindet.

Gas, leichtes brennbares, entzündbare, entzündliche Luft, inflammable Luft, brennende Luft (**Scheele**) **Brennluft** (**Ingenhouß**), **Wasserstoffgas** (**Girtanner**),

 wasser-

*) Ueber die Dephlogistisirung der phlogistischen Luft; in s. Samml. phys. und chemisch. Abhandl. B. I. Berlin 1784. 8.

wasserzeugendes Gas (Hermbstädt) (Gas inflammabile leue, aër inflammabilis, mephitis inflammabilis, gas hydrogenium, gas inflammable, air inflammable, gas hydrogène) ist eine mephitische und mit Wasser nicht mischbare Luftart, welche sich bey Berührung der atmosphärischen oder dephlogistisirten Luft anbrennen läßt, und durch Mischung mit atmosphärischer oder dephlogistisirter Luft mit einem starken Knalle sich entzündet. Dieses Gas muß man von dem schweren brennbaren Gas unterscheiden, wovon nachher geredet werden soll.

Schon längst ist es bekannt gewesen, daß Dämpfe bey gewissen metallischen Auflösungen durch Annäherung eines brennenden Lichtes Feuer fangen. Verschiedene Versuche mit brennbarer Luft aus Zink, Zinn und Eisen, hat **Cavendish** [α]) angestellt, und zugleich das specifische Gewicht derselben bestimmt, und D. **Priestley** [β]) besonders hat die brennbaren Gasarten mit vielem Fleiße in ein größeres Licht zu setzen gesuchet.

Vorzüglich entwickelt sich das leichte brennbare Gas bey der Auflösung des Zinks und des Eisens in verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure. Man bringt nämlich in eine so genannte Entbindungsflasche Eisenspäne oder gröblich gestoßenen Zink, so daß etwa der vierte oder fünfte Theil derselben angefüllet wird; alsdann gießt man einen Theil Vitriolöl mit sechs Theilen Wasser vermischt darauf. Nun verstopfe man diese Flasche durch einen mit einer krummgebogenen gläsernen Röhre versehenen Stöpsel, und bringe das Ende dieser gläsernen gebogenen Röhre unter dem Trichter einer mit Wasser angefüllten pneumatischen Wanne, über welchen eine mit Wasser angefüllte gläserne Glocke sich befindet. Die in der Mischung sich entwickelte brennbare Luft wird durch die krummgebogene gläserne Röhre in die Glocke übergehen, und sich daselbst sammeln.

Auch

α) Experim. on factitions air; in philos. transact. Vol. LVI.
β) Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft. Th. I. Abschn. 3.

Auch kann man die brennbare Luft aus Wasserdämpfen oder aus Weingeistdämpfen gewinnen, wenn dieselben durch eine eiserne glühende Röhre geleitet werden. Dieser Prozeß ist vorzüglich merkwürdig, und verdienet einer genauern Anzeige. Man nehme eine kleine gläserne Retorte, fülle selbige mit reinem Wasser an, bringe sie in ein Sandbad, stecke die Oeffnung desselben in einen horizontalliegenden Flintenlauf, und verkitte alles gehörig luftdicht; an dem andern Ende des Flintenlaufes befestige man eine Röhre, deren andere Oeffnung unter den Trichter in der mit Wasser angefüllten pnevmatischen Wanne gesteckt wird. Den Flintenlauf umgebe man mit glühenden Kohlen, und erhitze nun das in der Retorte befindliche Wasser bis zum Kochen. Die Wasserdämpfe, die sich entwickeln, streichen durch den Flintenlauf und werden an der glühenden Stelle desselben in Wasserstoffgas verwandelt, und gehen nun als solches über. Um jedoch die Veränderungen, welche das Wasser bey der Erzeugung dieser Gasart erleidet, besser zu bestimmen, stelle man den Versuch auf folgende Art an: man nehme eine mit Lutum beschlagene gläserne Röhre von hartem Glase, bringe in die Mitte ihrer Höhlung 274 Gran spiralförmig gewundenen Eisendraht, kitte in die obere Mündung derselben den Hals einer kleinen gläsernen Retorte, in welche man zwey Unzen destillirtes Wasser geschüttet hat, und lege sie in ein Sandbad. Den mittleren Theil der beschlagenen Röhre lasse man etwas geneigt durch ein Kohlenbecken treten, und kitte ihr unteres Ende in eine Mittelflasche, die in kaltem Wasser steht, und aus der einen Leitungsröhre unter den Trichter der pnevmatischen Wanne tritt. Man mache die Glasröhre in der Mitte nach und nach glühend, bringe dann das Wasser in der Retorte zum Kochen, und nöthige so die Wasserdämpfe durch das glühende Eisen zu streichen, wo sich sodann das erwähnte Gas erzeuget. Man erhält, wenn alles gut gelingt, nach Abzug der atmosphärischen Luft der Gefäße etwa 416 Cubikzoll von dem Wasserstoffgas, welche 15 Gran wiegen, das Eisen in der Retorte hat sich in wirklichen Eisenkalk ver-

wandelt, und wiegt nun 85 Gran mehr als vor der Operation. Das in der Mittelflasche gesammelte Wasser beträgt, wenn es überdestilliret ist, 100 Gran weniger als das zur Operation angewendete. Hierbey lassen sich nun zwey Fälle gedenken: entweder sauget das Eisen das Wasser in sich, und es entwickelt sich aus selbigem brennbare Luft, oder es wird der Wasserdampf zersetzt, indem nämlich das Eisen aus ihm Sauerstoff verschluckt, und der andere Stoff mit dem Wärmestoffe die brennbare Luft bildet. Beyde Fälle haben sehr große Vertheidiger, den zweyten Fall behaupten besonders die Antiphlogistiker. Folgen hieraus s. m. unter dem Artikel **Wasser**. Nach Herrn **Gren** nimmt der Wasserstoff den Brennstoff des Eisens auf, und tritt mit dem Wärmestoffe als expansibles Fluidum aus, indem der Sauerstoff des Wassers sich mit dem Eisen verbindet, und es verkalkt zurückläßt. Hiernach wäre also die Basis des Wasserstoffgas Wasserstoff und Brennstoff.

Dieß brennbare Gas ist desto specifisch leichter, je schneller es entwickelt wird; auch kömmt es hierbey noch auf die Körper an, woraus es gewonnen wird. Das specifische Gewicht des Wasserstoffgas verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 1 zu 12,63. Es hat einen eigenthümlich unangenehmen Geruch, vermischt sich nicht mit dem Wasser, und ist zur Unterhaltung der Flamme und zum Athemhohlen der Thiere untauglich, ob es gleich in Berührung mit atmosphärischer und dephlogistisirter Luft entzündet werden kann. Wenn man eine Flasche mit brennbarer Luft öffnet, und sogleich eine Flamme daran bringt, so entzündet sie sich mit einer Flamme, welche desto schneller in das Gefäß hineinsteigt, je weiter die Mündung der Flasche ist. Von diesem brennenden Gas sondert sich ein Dampf ab, welcher in die Flasche hineingehet, und sich daselbst als Wasser sammelt. Uebrigens ist die Farbe der Flamme der aus Metallen entbundenen brennbaren Luft eine grünlich weiße Farbe, mitten in derselben zeigen sich aber lebhafte rothe Funken, welche nach allen Richtungen hinschießen. Wenn dieses Gas aus

einer

einer elastischen Flasche mit einem engen Halse herausgedruckt, und durch einen elektrischen Funken angezündet wird, so entstehet dadurch ein langer ununterbrochener Feuerstrom.

Wenn hingegen die brennbare Luft mit respirabler Luft vermischt ist, so explodiret sie bey Annäherung einer Flamme mit einem heftigen Knalle, und es entzündet sich das Gemisch auf einmahl, wenn es auch mit der äußern Luft alsdann nicht mehr in Berührung ist. Nach **Priestley** und **Lavoisier** geben zwey Theile gemeine und ein Theil brennbarer Luft in der Mischung die stärkste Explosion. Noch stärker ist sie, wenn man einen Theil eines Sauerstoffgas mit zwey Theilen brennbaren Gas vermischt hat. Diese so genannte Knallluft kann man in Flaschen Jahre lang aufbewahren, ohne daß sich etwas von ihrer Entzündbarkeit verlieret.

Wird die Erzeugung des Wasserstoffgas aus Zink und Vitriolöl in einer kleinen Flasche aus starkem Glase vorgenommen, welche man mit einem Korkstöpsel verschlossen hat, durch den eine enge zulaufende Glasröhre vertikal gesteckt ist, aus der das Gas heraustreten kann; alsdann den hervortretenden Strom das Gas anzündet, nachdem man sicher ist, daß keine atmosphärische Luft mehr im Glase eingeschlossen ist; und über die Flamme des brennenden Gas die Mündung eines Glaskolbens oder eines oben geschlossenen Glascylinders hält, so entstehet ein schneidender Ton. M. s. **chemische Harmonika**.

Wenn man 15 Theile Wasserstoffgas mit 85 Theilen des Sauerstoffgas dem Gewichte nach in einem verschlossenen Raume verbrennen läßt, so werden beyde Luftarten zerstört, und es bildet sich Wasser, welches dem Gewichte nach 100 Theile beträgt *).

Nach dem neuern Systeme ist die Entzündlichkeit eine Folge der Verwandtschaft, welche zwischen dem Wärmestoffe und Sauerstoffe bey einer gewissen Höhe der Temperatur

*) Mémoir. sur la combustion du gas hydrogène dans les vaisseaux clos. p. M. *Fourcroy*. *Vauquelin* et *Seguin*; in den annales de chimie T. VIII. S. 230 ff. T. IX. S. 30 ff.

Statt findet. Daher kömmt es, daß aus beyden Luftarten der Sauerstoff und Wasserstoff sich zu Wasser mit einander verbinden, der Wärmestoff aber mit Hitze und Licht entweicht. Daraus läßt sich auch leicht erklären, warum das Wasserstoffgas nicht für sich allein und ohne Berührung oder in Vermischung mit respirabler Luft brennt, weil kein Verbrennen ohne Gegenwart des Sauerstoffgas Statt finden kann.

Das Wasserstoffgas zerstört die Kraft zu keimen in den Samen der Pflanzen gänzlich; nach den Versuchen des Herrn **Sennebier** aber keimen die Samen in dieser Gasart, wenn sie mit Sauerstoffgas vermischt ist. Bringt man Pflanzen in Wasserstoffgas, so sterben sie in selbigem bald ab; setzt man sie aber in dieser Luft dem Sonnenlichte aus, so bemerket man weiter keine Veränderung, als daß das Volumen des Gas abnimmt. In diesem Falle muß sich also aus den Pflanzen durchs Licht Sauerstoff entwickeln, welches sich mit dem Wasserstoffe des Wasserstoffgas verbindet, und dadurch Wasser bildet.

Nach der Meinung der Antiphlogistiker soll auch eine sehr große Menge Wasserstoffgas in die Atmosphäre aufsteigen, das sie zu Erklärung verschiedener Materien nöthig haben. Durch die Hitze im Sommer werde nämlich sehr viel Wasser zerleget, dessen Sauerstoff sich zum Theil mit den Pflanzen verbinde, und dessen Wasserstoff größtentheils in die Höhe steige, und wegen seiner außerordentlichen Leichtigkeit bis in die höhern Regionen der Atmosphäre gelange. Dort treffe nun dieser Wasserstoff eine große Menge Sauerstoff an, und durch den elektrischen Funken des Blitzes werde diese Mischung entzündet und in Wasser verwandelt. Allein nach Herrn **de Lüc's** Erfahrungen hat man auf den Gipfeln der höchsten Berge von einer Gegenwart des Wasserstoffgas nichts wahrgenommen; und bey einer solchen Menge, als zur Entstehung der Gewitterregen nöthig wäre, müßte ein jeder Blitz oder ein jedes Feuer auf hohen Bergen die ganze Atmosphäre entzünden. Ueberdem ist aber auch das Sauerstoffgas specifisch schwerer als die atmosphärische Luft, und es müßte sich

daher

daher, selbst nach dem Urtheile der Antiphlogistiker, vorzüglich dieses nahe an der Erdoberfläche ansammeln, und könnte folglich kaum in einer beträchtlichen Höhe über selbiger dergleichen anzutreffen seyn; daher es auf keine Weise einzusehen ist, wie in den obern Regionen eine so erstaunliche Menge Sauerstoff entstehen und hinkommen könne.

Vormahls hielt **Kirwan** die brennbare Luft für das Phlogiston selbst. Seine Gründe dafür und die Gegengründe der Antiphlogistiker findet man in der französischen Uebersetzung seines Versuchs über das Phlogiston [α]).

Gas, schweres brennbares, Sumpfluft, gekohltes Wasserstoffgas (gas inflammabile gravius, gas paluftre, aër paludum, gas carbonum, pingue, flammeum (*van Helmont*) gas hydrogenium carbonatum, gas hydrogène carboné). Dieses brennbare Gas kömmt mit dem leichten brennbaren in vielen Stücken überein, nur unterscheidet es sich von diesem durch ein größeres specifisches Gewicht, und besonders dadurch, daß es beym Anbrennen in verschlossenen Gefäßen mit Lebensluft nicht bloß Wasser, sondern auch kohlensaures Gas hinterläßt, welches letztere das leichte brennbare Gas, wenn es rein ist, nicht thut.

Dieses schwere brennbare Gas kannten die ältern Naturforscher unter dem Nahmen der **entzündlichen Schwaden** in unterirdischen Höhlen und Gruben. Auch war dem van **Helmont** [β]) die entzündbare Luft, welche durch die Verdauung der Speisen im menschlichen Körper erzeuget wird, und welche beym natürlichen Ausgange so wohl durch die Winde als auch der verdaueten Speise selbst angezündet werden kann, bekannt. **Hales** [γ]) entwickelte entzündbare Materie aus Erbsen, Wachs, Austerschaalen und Bernstein. Als **D. Franklin** im Jahre 1764 durch Neu-

α) Essai sur le phlogistique, traduit de l'anglois de M. *Kirwan* avec des notes de MM. *de Morveau*, *Lavoisier*, *de la Place*, *Berthollet* etc. à Paris 1788. 8.

β) Complex. atque mist. elem. figm. §. 28. 29. de flatibus §. 4. 62.

γ) Vegetable statiks, ex. 57.

Jersey reisete, so wurde ihm verschiedene Mahl erzählet, daß man die Luft über verschiedenen daselbst befindlichen Wassern anbrennen könnte. Er und ein Freund von ihm rührten daher in einem sumpfigen Orte den Schlamm mit dem Stocke auf, und hielten sogleich, als Luftblasen in die Höhe stiegen, ein Licht daran, da sich alsdann die Flamme sehr plötzlich erzeugte. **Franklin** glaubte dazumahl, daß sich eine Substanz wie ein flüchtiges Terpentinöl von einem Fichtensumpfe mit dem Wasser gemischt hätte, wie wohl ihm diese seine Muthmaßung kein hinlängliches Genüge leistete. Auch erhielt D. **Chandler** zu London im Jahre 1765 von D. **Finley** aus Neu-Jersey einen Brief, worin ihm berichtet wurde, daß sich eben diese Erscheinung in einem Mühlteiche in Neu-Jersey zeige, und die Entdeckung von ungefähr durch des Müllers Leute gemacht worden sey *).

Dieses brennbare Gas kann aus alten brennbaren Substanzen durch Hitze, Gährung u. s. auf mancherley Art erhalten werden. Auch entwickelt es sich aus der trockenen Destillation aller thierischen und aller vegetabilischen Körper, jedoch aber erst bey der Glühehitze; ferner bey der Fäulniß aller thierischen Körper und aller Pflanzen und zwar in großer Menge; auch kann man es gewinnen aus Weinstein, Weinsteinsäure, Zucker, Sauerkleesäure, Pflanzenschleim und Gummi, Harz, Kleber, Eyweißstoff, Stärke, Gallerte, Fett, Milchzucker, aus dem Blute, aus dem Blutwasser, Blutkuchen, Berlinerblau, aus Weingeist, aus dem Reißbley, aus Wasserdünsten über Kohlen durch glühende Röhren geleitet. Man nehme büchene Holzspäne, fülle hiermit eine irdene beschlagene Retorte bis zur Mündung des Halses an, kitte eine gläserne gekrümmte Röhre mit einer oder mehreren Mittelflaschen luftdicht an ihren Hals, lege die Retorte in einen Windofen, bringe die Oeffnung der andern Seitenröhre der Mittelflasche unter den Trichter

*) Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft Th. I. S. 318.

Trichter der mit heißem Wasser oder Quecksilber gefüllten Wanne des pnevmatisch-chemischen Apparats, und gebe gelindes Feuer, welches man nach und nach bis zum Glühen der Retorte verstärkt. Anfänglich entweicht die atmosphärische Luft, bey verstärkter Hitze gehet Wasser über, das sich in der Mittelflasche sammelt, und zugleich entwickeln sich bey dem gehörigen Grade der Hitze die übrigen flüchtigen Theile, welche, wenn sie Dämpfe sind, durch gehörige Abkühlung in der Mittelflasche als tropfbar flüssige Stoffe aufgefangen werden; wenn sie aber Gas bilden, unter den Recipienten des pnevmatischen Apparats treten. Die Destillation wird so lange fortgesetzet, bis keine Dämpfe und kein Gas mehr übergehen. Die Menge von Gas, welches wahres kohlensaures Wasserstoffgas ist, ist bey dieser Operation erstaunend groß. Nach **Lavoisier** bestehen diejenigen Pflanzen, welche kein Oel enthalten, aus Kohlenstoff und Wasser; während der Destillation wird daß Wasser zerleget, und man erhält daher ein Gemisch von kohlensaurem Gas und Wasserstoffgas. Von denjenigen Pflanzen, welche Oel enthalten, erhält man mehr Wasserstoffgas, weil hier ein Theil des Wasserstoffs aus dem Oele hinzukömmt. Das kohlensaure Gas kann man von dem übrigen Gas durchs Waschen mit Kalkwasser oder Kalkmilch leicht scheiden.

Priestley konnte auch vermittelst eines elektrischen Funkens aus verschiedenen verbrennlichen Substanzen, besonders aus verschiedenen Arten von Oelen und aus dem flüchtigen ammoniakalischen Geiste brennbare Luft entbinden. Aus dem Terpentinöl besonders entwickelte sich diese Gasart am geschwindesten, aus dem Olivenöl aber am langsamsten.

Sonst findet man in unterirdischen Höhlen, in den Schachten, besonders in den Steinkohlengruben solche Luft; auch in den Gedärmen der Thiere entwickelt sie sich häufig, und in den Cloaken, in den heimlichen Gemächern *), in Begräbniß-

*) *Laborie, Cadet et Parmentier* observat. sur les fosses d'aisance. Paris 1778. p. 77. Hanow's Seltenheiten der Natur.

gräbnißorten α), und überhaupt, wo eine Fäulniß Statt findet, trifft man dergleichen an.

Auch in Sümpfen, Pfützen uud stehenden Gewässern, wo viele Pflanzen, Schilf u. dergl. modern, trifft man in dem Schlamme des Grundes die brennbare Luft an. **Volta** β) hat besonders aufmerksam darauf gemacht, und gezeigt, wie man dieses Gas gewinnen könne. Man fülle nämlich eine Flasche mit Wasser an, kehre sie im Wasser eines stillstehenden Sumpses um, bringe einen Trichter in die Oeffnung derselben, und rühre mit einem spitzigen Stocke im Grunde, so steiget die Sumpfluft in Blasen auf, und wird auf diese Weise in der Flasche gewonnen. Eine noch bequemere Methode, die Sumpfluft mit einer an einem Stocke gebundenen Blase aufzufangen, beschreibt **Ingenhouß** γ).

Die Eigenschaften dieses kohlensauren Wasserstoffgas sind diese: 1) es ist specifisch schwerer als das leichte brennbare Gas, und hat auch einen üblern und stärkern Geruch als dieses, 2) ist es ebenfalls wie das leichte brennbare Gas an der Fläche, wo es die atmosphärische Luft berühret, entzündbar und brennt mit einer bläulichen Flamme ohne Rauch. Wenn die Oeffnung der Flasche, worin es abbrennt, klein genug ist, so verlöscht die Flammen auch wohl wieder von selbst. Vermischt man es mit atmosphärischer Luft, so brennt es lebhafter, und immer um desto schneller ab, je größer die Menge von jener ist; noch schneller mit Lebensluft. Ein Theil dieses brennbaren Gas mit 16 Theilen atmosphärischer oder 4 Theilen Lebensluft vermischt, gibt eine Explosion, welche aber der beym Abbrennen des brennbaren Gas in gehörigem Verhältnisse mit dephlogistisirter Luft zusammengemischt, nie an Stärke und Heftigkeit gleich kömmt. Auch durch den elektrischen Funken kann es in der Mischung mit

α) Dobson medical comment. on fixed air p. 77.

β) Lettere al *P. G. Campi* sull'aria inflammabile nativa delle paludi. Como 1776. 8. 1778. 8. Briefe über die natürlich entstehende Sumpfluft a. d. It. Winterthur 1778. 8.

γ) Vermischte Schriften. Wien 1784 gr. 8. B. 1. Num. 11. S. 247. f.

mit atmosphärischer Luft entzündet werden; 3) zur Unterhaltung des Feuers und zum Athemhohlen der Thiere ist es ganz untauglich; 4) wenn das Gemisch dieser Luft mit einer gehörigen Menge atmosphärischer oder dephlogistisirter Luft abgebrannt wird, so schlägt sich Wasser nieder, und es entsteht kohlensaures Gas; 5) es verbindet sich nicht mit dem Wasser, zersetzt die Salpeterluft nicht, und röthet die Lakmustinktur nicht, wenn sie rein ist.

Nach dem neuern Systeme ist die Basis dieser Luft Wasserstoff und Kohlenstoff. Hiernach entbindet sich bey der Entzündung der Sauerstoff der atmosphärischen Luft zum Theil mit dem Wasserstoffe, und bildet Wasser, zum Theil mit dem Kohlenstoffe, und bildet kohlensaures Gas; dadurch wird die gebundene Licht- und Wärmematerie frey, und verursachet die Flamme.

Uebrigens findet bey dieser schweren brennbaren Luft einiger Unterschied in Ansehung des specifischen Gewichtes, des Geruches und des Rückstandes bey der Zersetzung desselben durchs Abbrennen mit Lebensluft Statt, nachdem man nämlich zur Entwickelung dieser Gasart verschiedene Körper genommen hat. Daher erwies auch schon **Herbst** [α]), daß es verschiedene Arten von brennbarer Luft gebe. Auch schon aus einerley Stoffe erhält man einen Unterschied in der Menge und dem Verhältnisse des brennbaren und des kohlensauren Gas, je nachdem man die Operation bey langsamer und allmähliger oder bey schneller und rascher Erhitzung unternimmt [β]).

Durch die entdeckten Eigenschaften der brennbaren Luftarten hat man verschiedene Naturbegebenheiten weit befriedigender erklären können, als sonst. Hiervon s. m. die Artikel **Feuerkugeln, Flamme, Irrlicht, Sternschnuppen.** Von Anwendung der brennbaren Luft s. m. die

Artikel

α) De aere, fluidisque ad aeris genus pertin. Prop. 25. p. 123.
β) Mémoir. sur l'air inflammable tiré des différentes substances. redigé p. M. *Minkeler*. à Louvain 1784.

Artikel **Aerostat, Lampe, elektrische, Pistole, elektrische.**

Gas, dephlogistisirtes, dephlogistisirte Luft, brennstoffleere Luft, reine Luft, Feuerluft, künstlich reine Luft, Lebensluft, Sauerstoffgas, säurezeugendes Gas, Sauerluft (gas dephlogisticatum, aër dephlogisticatus, aër purissimus, aër verus factitius, aër vitalis, gas oxygenium, gas ou air dephlogistique, gas oxygène). Diese Luft ist ein Bestandtheil der atmosphärischen Luft, welche dieselbe ganz allein zur Unterhaltung des Feuers und zum Athemhohlen der Thiere geschickt macht. In den neuern Zeiten hat man Mittel aufgefunden, diese Luft für sich allein zu gewinnen.

Das dephlogistisirte Gas wurde zuerst von **Priestley** und **Scheele** entdecket. Ersterer erwähnte schon in dem im Jahre 1774 herausgekommenen ersten Bande seiner Versuche und Beobachtungen einer Luftart, die er aus dem Salpeter erhielt, in welcher nicht nur ein Licht fortbrannte, sondern die Flamme sogar zunahm, wobey man ein Zischen hörte, welches dem Verpuffen des Salpeters im freyen Feuer sehr ähnlich war. Aber erst im zweyten Bande, welcher 1776 erschien, führt er eine Menge von Versuchen an, welche zur genauern Kenntniß der dephlogistirten Luft den Grund geleget haben. Zum ersten Mahle erhielt er diese Luft den 1ten August 1774, welchen Tag die Antiphlogistiker für sehr merkwürdig halten, weil dieser der Geburtstag der antiphlogistischen Chemie sey. Er betrachtete sie als eine solche Luft, welche wenig Phlogiston enthielt, und nannte sie daher dephlogistisirte Luft. Fast gleichzeitig mit **Priestley** wurde dieses Gas von **Scheele**, damahls noch zu Nordkiöping in Schweden, entdeckt, welcher ihm den Nahmen **Feuerluft** gab. Diese seine Erfindung machte er in seiner chemischen Abhandlung von Luft und Feuer bekannt, welche zum ersten Mahle zu Upsal und Leipzig im Jahre 1777 herauskam. Die Art und Weise, wie diese beyden Gelehrten ihre Versuche angestellet haben, und die verschiede-

schiedenen Begriffe, welche sie von dieser Sache selbst gehabt haben, beweisen gar zu deutlich, daß beyde auf einerley Erfindung zugleich gekommen sind.

Diese Gasart kann aus sehr verschiedenen Körpern genommen werden; sie entwickelt sich bey der starken Erhitzung aus verschiedenen Mineralien, besonders aus Braunstein und Salpeter, aus den Dämpfen der Salpetersäure, wenn man sie durch ein glühendes irdenes Pfeifenrohr gehen läßt; aus dem mit dem Dunste der dephlogistisirten Salzsäure angeschwängerten Wasser, wenn man selbiges in einer weißen gläsernen Retorte, welche mit dem pnevmatischen Apparat verbunden ist, dem Sonnenlichte aussetzet; aus der Reduktion der beyden Arten von rothem Quecksilberniederschlag ohne Zusatz von verbrennlichen Körpern bey starkem Feuer; bey starker Erhitzung aus metallischen Kalken und Erden nach vorhergegangener Anfeuchtung mit Salpetersäure oder Vermischung mit Vitriolsäure; nach **Fontana** aus der Allaun- und Bittererde, wenn sie vorher durch die Hitze von Luftsäure sind befreyet worden; aus den frischen Pflanzen am Tageslichte, sogar nach des **Grafen von Rumford** (Sir **Benj. Tompson**) Versuchen beym Lichte brennender Kerzen, welches jedoch Herr **Ingenhouß** falsch befunden haben will.

Die beste und wohlfeilste Methode, dieß Gas rein zu gewinnen, geschiehet vermittelst des Braunsteins. Man füllt nämlich eine kleine irdene Retorte mit gepulvertem Braunstein ganz bis an ihren Hals voll, kittet an die Mündung des Halses derselben eine blecherne Röhre luftdicht an, legt die Retorte in einen Windofen in freyes Feuer, bringt die Mündung der Röhre unter den Trichter der mit Wasser gefüllten Wanne des pnevmatischen Apparats, und erhitzet die Retorte ganz allmählig und stuffenweise bis zum Glühen. Anfänglich geht durch die Wärme bloß die atmosphärische Luft aus der Retorte und Röhre über; sobald aber der Braunstein glühend wird, entwickelt sich das dephlogistisirte Gas. Die zuerst übergehende Luft ist von geringerer

Güte

Güte als die nachfolgende, wegen des noch damit vermischten Antheils der atmosphärischen Luft. Uebrigens erhält man aus dem Braunsteine eine beträchtliche Quantität der Luft. Auf eben diese Art kann man auch die dephlogistisirte Luft aus dem Salpeter gewinnen. **Scheele** hat sogar aus der Salpetersäure, nämlich aus dem rauchenden Salpetergeiste, seine Feuerluft erhalten. Nach **Priestley** entbindet sich ebenfalls das dephlogistisirte Gas aus Mennige, Zinkblumen, Thon, Sedativsalz, Kieselsteinen, Eisen und allen anderen Metallen, wenn alle diese Substanzen vorher mit Salpetersäure angefeuchtet oder darin aufgelöset sind. Allein nie erhält man daraus die dephlogistisirte Luft rein, sie ist jederzeit mit andern Gasarten vermischt. Am allerreinsten wird dieses Gas aus der Reduktion des rothen Quecksilberkalks ohne Zusatz von verbrennlichen Stoffen erhalten. Man nehme nämlich eine Unze rothen Quecksilberkalk, schütte ihn in eine kleine gläserne Retorte, welche mit einer kleinen Mittelflasche und dem pnevmatischen Apparat communiciret. Die Fugen verkittet man genau, erhitze die Retorte über Kohlfeuer nach und nach und vorsichtig bis zum Glühen. Anfänglich geht die atmosphärische Luft der Geräthschaft fort, nachher aber geht reine Lebensluft über, wobey das Quecksilber reduciret und in die Mittelflasche überdestilliret wird.

Daß frische Pflanzen ebenfalls dephlogistisirte Luft geben, ist bereits schon von **Priestley** wahrgenommen worden. **D. Ingenhouß** aber bestimmte es genauer, unter welchen Umständen sich dephlogistisirte Luft entwickele. Man bringe nämlich eine gesunde und saftreiche Pflanze in einen geräumigen Glascylinder oder Glaskolben, fülle dieß Gefäß mit ganz reinem Wasser voll, decke es mit einer Schüssel oder Tasse ganz zu, kehre es in einer Wanne mit Wasser so um, daß keine Luft von außen hineinkomme. Stellt man nun diesen Apparat an die Sonne, so bemerket man, daß aus der Fläche der Blätter Luftbläschen zum Vorschein kommen, welche sich davon ablösen, nach oben in das Gefäß

fäß aufsteigen, sich daselbst sammeln, und so das Wasser heraustreiben. So lange die Pflanze frisch und gesund bleibet, dauert die Entwickelung des Sauerstoffgas im Sonnenlichte fort. Die saftigen Pflanzen, die Wasserpflanzen, die kryptogamischen Pflanzen, besonders der Flußwasserfaden (conferua riuularis), und die priestley'sche grüne Materie geben die dephlogistisirte Luft in vorzüglicher Menge. Die zahlreichen Versuche des Herrn **Ingenhouß** über diesen Gegenstand bestätigen es allgemein, daß zur Entwickelung des dephlogistisirten Gas aus den Pflanzen die Einwirkung des Sonnenlichtes nothwendige Bedingung ist, und daß sie dieß Gas desto reichlicher geben, je heller der Tag ist, und je mehr die Stellung der Pflanze sie dem Einflusse des Sonnenlichtes aussetzet; daß sie im Gegentheil bey Nacht oder im Schatten eine irrespirable Gasart, obgleich in geringer Menge, ausströmen. Hierbey lassen sich nun zwey Fälle gedenken, entweder strömt wirklich durch die Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Pflanzen das Sauerstoffgas aus selbigen, oder es wird das Wasser zersetzt. Das zweyte behaupten besonders die Antiphlogistiker. Am Sonnenlichte wird nämlich von den Pflanzen der Wasserstoff aufgenommen, und der Sauerstoff des Wassers entlassen, welcher in Verbindung der Wärmematerie das Sauerstoffgas bildet.

Das Sauerstoffgas unterscheidet sich von der atmosphärischen Luft sehr auffallend, ob es gleich in manchen Eigenschaften mit dieser übereinkömmt. Es hat weder Geschmack noch Geruch und wird vom Wasser nicht zersetzt. Es ist specifisch schwerer als die gemeine Luft; das Verhältniß derselben zu dieser ist nach **Priestley** wie 182:165; nach **Fontana** wie 160:152 und nach **de la Metherie** wie 17:16. Zur Unterhaltung des Verbrennens und zur Respiration für Thiere ist sie weit fähiger als die gemeine Luft. Ein Thier in dieser eingeschlossenen Luft lebt wohl 6 bis 7 Mahl länger, als in einem gleich großen Raume atmosphärischer Luft. Das Verbrennen der verbrennlichen Körper befördert

die dephlogistisirte Luft in einem sehr hohen Grade. Eine Kerze brennt darin, ehe sie verlöscht, 6 bis 7 Mahl länger als in der gemeinen Luft, und mit einer weit größern und glänzenden Flamme und Hitze und mit einem knisternden Geräusche. Das glimmende Docht geräth in selbiger wieder zur völligen Flamme; Zunderschwamm, welcher sonst nur glimmt, bricht in dieser Luft in eine Flamme aus; glühende Kohlen verzehren sich darin weit schneller und brennen mit starkem Scheine. Eine zugespitzte stählerne Uhrfeder, welche vorher an der Spitze glühend gemacht worden, oder an welche man ein Stückchen angezündeten Zunderschwamm gesteckt hat, verbrennt darin mit vielem Funkensprühen. Besonders stark und ungemein leuchtend aber ist die Flamme des darin verbrennenden Phosphors oder Kampfers. Durch ein Löthrohr auf die Flamme einer Kerze geleitet kann man damit eine Hitze hervorbringen, welche der Hitze großer Brennspiegel und Brenngläser gleich kömmt. Besondere Vorrichtungen zum letztern Gebrauch haben **Gallisch** α) und **Göttling** β) angegeben, wobey das Sauerstoffgas durch den Druck des Wassers aus einem Gefäße auf die Flamme geleitet wird. Zu größern Schmelzungen mit Sauerstoffgas haben **Achard** γ) und **Lavoisier** δ) kleine Oefen beschrieben. Auch hat der Herr von **Humboldt** ε) einen eigenen Apparat angegeben, vermittelst des Sauerstoffgas in unterirdischen Gruben bey bösen Wettern und Schwaden derselben zu respiriren, und eine Lampe brennend zu erhalten. Verschiedene Methoden, reine Luft zu gewinnen, und sie zur Schmelzung zu benutzen, sind sehr vollständig von **Ehrmann** ζ) gesammelt worden.

Um die Natur und die Beschaffenheit dieser Gasart

desst

α) Versuch einer Anwendung der dephlogistisirten Luft aufs Löthrohr; in Crells chem. Annal. 1784. S. 31.
β) Beschreibung verschiedener Blasemaschinen. Erfurth 1784. 4
γ) Crells neueste Entdeck. in der Chemie Th. VIII. S. 79.
δ) Histoire de l'Académie de Paris 1783.
ε) Crells chemische Annalen 1796. B. II. S. 99. ff. 195. ff.
ζ) Versuch einer Schmelzkunst mit Beyhülfe der Feuerluft 1786 gr. 8.

desto genauer kennen zu lernen, nehme man den Prozeß des Verbrennens mit dem Phosphor im eingeschlossenen Raume dieses Gas auf eben diese Art vor, wie in atmosphärischer Luft. Zu dem Ende fülle man einen gläsernen Cylinder mit Quecksilber in einer Schaale, und lasse ungefähr bis zur Hälfte seines Inhaltes Sauerstoffgas hinein treten. Hierauf bringe man ein Stückchen Phosphor unter den Cylinder, welches in dem Quecksilber empor steiget und darauf schwimmt, und zünde es mittelst eines Brennglases unter dem Cylinder an. Ist der Phosphor verbrannt, so bringe man wieder frischen darunter, wiederhohle das Verbrennen u. s. f. Hierbey findet man, daß alles eben so vorgehet, wie beym Verbrennen in atmosphärischer Luft, nur mit dem Unterschiede, daß die Stärke des Feuers größer ist, daß mehr Phosphor in gleichem Raume dieses Gas verbrennen kann, und daß, wenn hinlänglicher Phosphor ist angewendet worden, und das Sauerstoffgas ganz rein war, die Luft ganz und total verschwindet. Gewöhnlich wird indessen ein geringer Rückstand von Stickgas gefunden, welches damit verbunden war. Die gebildete Phosphorsäure ist hierbey von eben der Art, wie beym Verbrennen in atmosphärischer Luft, und wiegt ebenfalls, und noch ehe sie zerfließt, mehr als der dazu angewendete Phosphor. Die Zunahme des Gewichtes correspondiret dem Gewichte des dabey verbundenen Sauerstoffgas. Nach einer genauen Bestimmung des Herrn **Lavoisier** verschwinden bey dieser Operation durch das totale Verbrennen 45 Gran Phosphor $138\frac{3}{4}$ Cubikzoll oder 69, 375 Gran Sauerstoffgas, und es bilden sich 114,375 Gr. feste Phosphorsäure; oder 100 Theile Phosphor verzehren beym Verbrennen 154 Theile Sauerstoffgas, dem Gewichte nach, und geben dann 254 Theile feste Phosphorsäure.

Aus dieser unläugbaren Thatsache ist die ehemahlige Meinung von der Phlogistisirung der reinen Luft durchs Verbrennen verbrennlicher Körper in selbiger völlig widerleget worden. Denn in diesem Falle wäre es unmöglich, daß

 die

die reine Luft ganz und total verschwinden könnte, indem allemahl ein Rückstand von phlogistisirter Luft bleiben müßte. Im Gegentheil wird hierdurch die Meinung aufs vollkommenste bestätiget, daß das Sauerstoffgas durchs Verbrennen verbrennlicher Körper in selbigem völlig zersetzet werde, und daß der eine Bestandtheil an den verbrennlichen Körper trete, und die Gewichtszunahme desselben verursache, die gebundene Wärmematerie aber frey werde, und die dabey entstehende Hitze bewirke. Nach dem antiphlogistischen Systeme bestehet also das Sauerstoffgas aus Sauerstoff und Wärmematerie, welche mit jenem chemisch gebunden ist. Man hat die Grundlage dieser Luftart deßwegen Sauerstoff genannt, weil er die Ursache der Säuerung des verbrannten Phosphors seyn soll. Man hat aber diesen Sauerstoff noch nicht für sich abgesondert darstellen können; daher kann er auch als ein bloß hypothetisch angenommener Stoff betrachtet werden.

Herr **Göttling** *) hat mit dem Phosphor im Sauerstoffgas, von dessen Reinheit er völlig versichert war, neue Versuche angestellet, aus welchem er die Folge ziehen konnte, daß ganz reines Sauerstoffgas durch die Einwirkung aus dem Phosphor Stickluft werden kann. Wegen des so bekannten Streites über das Leuchten des Phosphors im Stickgas, und der vielleicht baldigen Beendigung desselben, erfordert es die Absicht, das Wesentliche von diesen Versuchen hier mit beyzubringen, zumahl da sie vielleicht mehr Licht über das noch bis jetzt so räthselhafte Stickgas verbreiten können. Zu diesen Versuchen bediente sich Herr **Göttling** zuletzt vorzüglich folgender gläsernen Geräthschaft: er ließ sich ein gabelförmiges Glasrohr (fig. 80.) a blasen, das unten bey b mit einer Oeffnung versehen ist; an die beyden obern Oefnungen d und e wurde ein anderes an beyden Enden gekrümmtes Glasrohr c angeblasen. Diese ganze Geräthschaft wurde mit heißem Wasser angefüllet, und Phos-

*) Beytrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie auf Versuche gegründet. Stück 2. Weimar 1798. kl. 8. S. 147. f.

Phosphorstückchen hineingetragen, welche sogleich in Fluß kamen, und sich in der untern angeblasenen Röhre c sammelten; es wurde so viel Phosphor hineingetragen, daß die Röhre nicht völlig damit angefüllet wurde, sondern die Luft noch sehr gut unter dem Phosphor wegstreichen konnte. Hierauf wurde die Geräthschaft in ein Gefäß mit kaltem Wasser gebracht, um den Phosphor zu erstarren. Nun füllte man selbige mit abgekochtem Wasser an, und füllte in der Luftwanne einen Kolben voll, welcher 1 Unze Wasser hielt, reine Sauerstoffluft hinein, verwahrte die untere Oeffnung b recht gut mit einem Kork, und verband alles mit einer feuchten Blase. Der Wärmegrad war ungefähr 18 bis 19° Reaum. Hierauf wurde eine Bewegung des Wassers zu unterhalten angefangen, damit die Luft immer über dem Phosphor hin und her strömen konnte. Nachdem diese Bewegung ungefähr eine Stunde lang fortgesetzet war, so fing der Phosphor an zu dampfen, und leuchtete im Dunkeln. Waren hierbey die Dämpfe zu häufig, so wurden sie durch Schütteln mit dem Wasser in Verbindung gebracht. Während dieser Zeit wurde das Gefäß verschiedene Mahl unter ausgekochtem Wasser geöffnet, wo jedesmahl ein Antheil davon hineinstieg, bis nach 6 Stunden das Leuchten und das Entstehen der Dämpfe völlig beendiget war. Jetzt wurde das Gefäß wieder geöffnet, es stieg noch ein guter Theil Wasser hinein, und es blieb etwa der vierte Theil von einer Luft übrig, welche sich in allen Stücken wie diejenige Luft verhielt, die übrig bleibt, wenn der Phosphor in der atmosphärischen Luft zu leuchten aufgehöret hat. Ein Licht brannte nicht darin, und es wurden auch durch Salpeterluft keine rothen Dämpfe und keine Raumverminderung bemerkbar. Nachdem sie mit vollkommener Salpetersäure behandelt worden, wurde der darin enthaltene Phosphor zerstöret, und in dem Luftraume leuchtete der Phosphor eine Zeitlang wieder, und sie verhielt sich übrigens in allen Stücken vollkommen wie phosphorhaltige Stickluft. Dieser Versuch wurde noch einige Mahl unter ähnlichen

Umständen wiederhohlet, und es verhielt sich alles eben so. Hieraus schließt nun Herr **Göttling**, daß das Sauerstoffgas durch die Einwirkung auf den Phosphor Stickluft werde, und daß daraus unwiderleglich dargethan zu seyn scheine, daß die wägbare Basis des Sauerstoffgas und des Stickgas eine und dieselbe sey, und das Stickgas nicht mehr angenommen werden könne.

Mit brennbarer Luft vermischt gibt die dephlogistisirte Luft eine sehr starke Knallluft, welche sich bey Annäherung einer Flamme oder durch den elektrischen Funken anzünden läßt, und mit einer heftigen Explosion abbrennt. Ist diese Verbrennung in verschlossenen Gefäßen vorgenommen worden, so entsteht alsdann Wasser, besonders wenn beyde Gasarten rein gewesen sind. Auch scheint sich umgekehrt das Wasser in diese beyden Gasarten zerlegen zu lassen, wie schon aus dem im Artikel, **Gas, leichtes brennbares**, angeführtem Versuche erhellet, und wovon mit mehreren unter dem Artikel **Wasser** gehandelt werden soll. Aus dieser von **Watt** und **Cavendisch** gemachten Entdeckung, welche nachher die Antiphlogistiker noch weiter verfolgten, glaubte **Watt** schließen zu können, daß die dephlogistisirte Luft nichts weiter als ein seines Phlogistons beraubtes und mit Feuermaterie verbundenes Wasser sey. **Lavoisier** aber und die neuern Chemiker haben hinlänglich bewiesen, daß das Phlogiston in dem hier angenommenen Verstande gar nicht nöthig sey, sondern daß dieses Gas aus einer wägbaren Basis und dem Wärmestoffe in innigster Verbindung mit einander bestehe, und daß es folglich ein elastisches Medium zwischen dem Sauer- und dem Wärmestoffe, nicht aber, wie Herr **Gren** glaubt, seine elastische Form vom Wärmestoffe abgeleitet sey. Herr **de Lüc** *) nannte die Bildung des Wassers durch die Verbindung der brennbaren und dephlogistisirten Luft den ersten Strahl vom wahren Lichte in der Meteorologie. Nachdem er aber über die meteorologischen Phänomene nach seinen angestellten Beobachtun-

*) Neue Ideen über die Meteorologie S. 685.

tungen nachgedacht, und sie mit jener Idee von der Wassererzeugung verglichen hatte, so blieb er doch am Ende ganz überzeugt, daß diese Erzeugung des Wassers in der Atmosphäre auf keine Weise allgemein anwendbar sey. Er nimmt überhaupt für die Basis aller Luftarten das Wasser an, indem nach seiner Vermuthung der Wasserdampf, welcher aus Wasser und Feuer bestehe, durch Beytritt eines dritten die Luftgestalt erhalte und daß auf Verschiedenheit dieses dritten auch die Verschiedenheit der Luftgattungen beruhe.

Der Herr **van Marum** stellte auch mit der teylerischen Maschine Versuche auf Sauerstoffluft an, welche mit Quecksilber oder Wasser gesperrt war; durch den Boden des Cylinders ging nämlich ein Loch, in welchem sich ein befestigter Draht befand, durch welchen der elektrische Funke in das Quecksilber oder Wasser aus der Sauerstoffluft überging. Man fand auf diese Art, daß die aus rothem Quecksilberniederschlage bereitete dephlogistisirte Luft $\frac{1}{20}$ ihres körperlichen Inhalts verlor, ihre Beschaffenheit aber nicht merklich geändert wurde, wie dieß die Prüfung mit dem Eudiometer lehrte. Dieser Versuch wurde mit Kalkwasser und mit Lackmustinktur wiederhohlet; allein es erfolgte kein Niederschlagen, keine Veränderung der Farbe, kein Phlogistisiren der Luft. Beym Herauslassen dieser Luft konnte man den gewöhnlichen Geruch der elektrischen Materie deutlich bemerken.

Die Sauerstoffluft macht einen Bestandtheil der atmosphärischen Luft aus, ohne welche kein Mensch und kein Thier in derselben leben, kein Verbrennen, kein Verkalken der Metalle u. s. f. Statt finden könnte. Nothwendig wird erfordert, daß das Blut von Zeit zu Zeit mittelbar oder unmittelbar mit dem Sauerstoffgas in Berührung kömmt. Alle diejenigen Operationen, welche man sonst phlogistische Prozesse nannte, sind wahre Zersetzungen des Sauerstoffgas; der Sauerstoff kömmt nämlich zu dem Körper hinzu, da man sonst annahm, es gehe Phlogiston aus dem Körper u. s. f.

Gas, flußspathsaures, spathsaures, flußspathsaure Luft, luftige Flußspathsäure, flüssiges Gas, spathgesäuertes Gas (gas fluoris mineralis, gas acidum ſpathoſum, aër acidus ſpathoſus, mephitis fluoris mineralis, gas acidum fluoricum, gas acide ſpathique, air acide ſpathique, gas acide fluorique) iſt eigentlich eine wahre in Luftgeſtalt dargeſtellte Säure, welche aus dem Flußſpathe gewonnen wird.

Prieſtley *) war der Erfinder dieſer beſonders merkwürdigen Gasart. Nachdem nämlich **Scheele** Flußſpath mit ſtarker Vitriolſäure deſtillirte, ſo nahm er wahr, daß eine erdige Subſtanz wie ein gepulverter Sand mit überging, und auf dem Waſſer in der Vorlage als eine erdige Rinde ſich bildete, welche er anfänglich für ein durch die Säure verwandeltes Waſſer hielt β). Als nun **Prieſtley** hiervon Nachricht erhielt, ſo ließ er ſich von Derbyſhire Flußſpath kommen, den man in England zu Vaſen und Verzierungen der Camine verarbeitet, und ſtellte damit Verſuche an, um die von **Scheele** entdeckte Flußſpathſäure mittelſt des Vitriolöls im Queckſilberapparat in Luftgeſtalt zu erhalten. Er gewann auch wirklich eine Menge von dieſer Gasart, welche, als er Waſſer dazu ließ, von ſelbigem verſchluckt wurde, und auf deſſen Oberfläche eine weiße ſteinartige Rinde bildete. Mannigmahl gelang es ihm, auf dieſe Weiſe ergötzende Erſcheinungen durch dieſe Luft wahrzunehmen: es blieb nämlich bisweilen eine große Luftblaſe, die ſich mit Berührung des Waſſers in eine ſteinartige Kugel bildete, an der Oberfläche des Queckſilbers hängen; eine gleich an eben der Stelle aufſteigende Luftblaſe ſtieß, noch ehe ſich die erſtere unten geſchloſſen hatte, den obern Theil deſſelben hinauf, und dehnte dieſelbe, ſo wie ſie im Waſſer heraufſtieg, der Länge nach aus; ſo folgte eine nach der andern, und ſtieß immer die vorhergehende heraus, bis ſie endlich eine ſteinartige Röhre bildeten,

*) Verſuche und Beobachtungen über verſchied. Gattung. der Luft. Th. II. S. 186.

β) Schwediſche Abhandlungen. B. XXXIII. S. 122 f.

bildeten, welche sich von der Oberfläche des Quecksilbers bis zur Oberfläche des Wassers erstreckte. Da nun auf diese Weise eine neben der andern aufstieg, so war beynahe das ganze Gefäß damit angefüllt, und sie sahen wegen ihrer verschiedenen Länge fast wie Orgelpfeifen aus. Diese bewundernswürdige Erscheinung konnte man nachher, da man die Wirkung der Flußspathsäure auf das Glas genauer entdecket hatte, sehr leicht und natürlich erklären.

Diese Gasart gewinnt man ohne große Mühe auf folgende Art: man bringt klein zerschlagene Stücken von Flußspath in ein Glas, das einen eingeriebenen Stöpsel mit durchgehender Röhre besitzet, und gießet starkes Vitriolöl darauf. Das Gas entbindet sich anfänglich ohne alle Wärme; nachher aber bey sehr gelinder Hitze, und kann im Quecksilberapparat aufgefangen werden.

Das flußspathsaure Gas besitzet die allgemeinen Eigenschaften, wie alle übrige Gasarten; ist aber in seinem besondern Verhalten von diesen verschieden. Es wird sogleich zersetzt und in weißgrauen Dampf verwandelt, wenn es mit der atmosphärischen Luft in Berührung kömmt, besonders wenn diese feucht ist. Vom Wasser wird es schnell verschluckt, und wenn es aus gläsernen Gefäßen gewonnen war, so bildet sich auf dem Wasser sogleich eine erdige kieselige Rinde, welches aber nicht geschiehet, wenn man es aus metallenen Retorten erhält. Das Wasser, welches dieß Gas eingesogen hat, ist wahre Flußspathsäure. Es ist specifisch schwerer als die atmosphärische Luft, ist zum Verbrennen der verbrennlichen Körper und zum Athmen ganz untauglich, und tödtet die Thiere schnell. Es besitzet den Geruch der Küchensalzsäure und den sauren Geschmack, und röthet den Veilchensyrup und die Lakmustinktur. Das Kalkwasser wird davon sogleich getrübet, auch wenn man es aus metallenen Gefäßen gewonnen hat. Ammoniakgas und flußspathsaures Gas verlieren beyde, wenn sie zusammenkommen, ihren luftigen Zustand, und bilden einen salzigen Niederschlag.

Alle diese Eigenschaften des flußspathsauren Gas zeigen hinlänglich, daß es eine Flußspathsäure ist, welche durch Einwirkung der Wärmematerie in den Zustand einer wahren luftförmigen Flüssigkeit gebracht worden. Das Wasser, welches mit dem flußspathsaurem Gas in Berührung kömmt, nimmt die Basis, die Flußspathsäure, auf, und macht den Wärmestoff frey. Die Absetzung der erdigen kieseligen Rinde auf das Wasser, wenn das Gas durch gläserne Gefäße gehet, oder auch sonst Kieselerde beym Flußspathe war, beweiset, daß selbst die Kieselerde durch Hülfe dieser Säure nicht nur verflüchtiget, sondern auch damit in einen luftförmigen Zustand versetzt werden könne.

Weil die Flußspathsäure die einzige unter allen ist, welche die Eigenschaft besitzet, Kieselerde aufzulösen, so begreift man leicht, daß sie die gläsernen Gefäße, durch welche sie gehet, angreife, und einen Theil aufgelöset mit sich fortnehme. Wegen der genauern Verwandtschaft des flußspathsauren Gas mit dem Wasser aber wird jenes von diesem in der Berührung zersetzt, und die Kieselerde niedergeschlagen. Wird dieser erdige Niederschlag durch wiederhohltes Abwaschen von aller anklebenden Säure befreyet, so verwandelt er sich in ein weißes Pulver, welches eben die wahre Kieselerde ist.

Priestley hielt die flußspathsaure Luft für eine Vitriolsäure, welche etwas Phlogiston und die Erde des Flußspathes bey sich führe. Es war ihm aber anfänglich unbekannt, daß diese erdige Rinde auf dem Wasser in der Vorlage von aufgelöseter Kieselerde herrühre, und daß sie fehlet, wenn das Gas nicht durch Glas gegangen ist; auch war es noch nicht so völlig erwiesen, daß der Flußspath eine eigene Säure besitze. Nachher bemerkte er aber auch, daß dieses Gas das Glas angreife.

Wegen dieser Eigenschaft, welche das flußspathsaure Gas auf das Glas äußert, hat man es in den neuern Zeiten zur Aetzung in selbiges angefangen zu gebrauchen. Die Kunst, ins Glas zu ätzen, war nach Herrn Hofr. **Beckmann** *) schon im

*) Beyträge zur Geschichte der Erfindung. B. II. S. 547.

im Jahre 1670 von dem nürnbergischen Künstler **Heinrich Schwankhard** erfunden worden; eben diese Erfindung hat auch ein gewisser D. **Pauli** in Dresden im Jahre 1725 gemacht [α]). Nach Herrn **Lichtenberg** ist das leichteste Verfahren folgendes: man überzieht das Glas mit einem Aetzgrunde, und radiret hierauf. Alsdann bringt man gestoßenen Flußspath in einen Kolben, gießt Vitriolöl darauf, und setzt ihn in glühende Asche. Sobald die weißlichen Dämpfe aufzusteigen anfangen, denen man einen Zug vom Munde weg geben muß, hält man den radirten Grund darüber, eine Stelle nach der andern, bis die Striche etwas weißlich auszusehen anfangen, welches bey weichem Glase etwa in 10 Minuten zu geschehen pfleget, so ist die Aetzung vollendet. Auch die nicht radirte Seite muß wenigstens mit gelbem Wachse überzogen werden; denn sonst würde der flußspathsaure Dampf herumziehen, und diese Seite anfressen, wodurch eine matte Darstellung des Bildes hervorgebracht würde.

Das Verhalten des flußspathsauren Gas gegen andere Gasarten, ist noch nicht hinlänglich untersuchet worden.

Gas, hepatisches, hepatische Luft, schwefelleberluft, stinkende Schwefelluft, geschwefeltes Wasserstoffgas, gasförmiger sulphurisirter Wasserstoff (gas hepaticum, aër hepaticus, mephitis hepatica, gas hydrogenium sulphuratum; gas ou air hépatique, gas hydrogène sulfuré) ist eine eigene mephitische entzündbare Gasart, die gewöhnlich aus der so genannten Schwefelleber erhalten wird.

Bergmann [β]) hat dieses Gas entdecket, und zuerst aus der so genannten **schwarzen Blende**, einem schwefelhaltigen Zinkerze, erhalten. Vorzüglich kann man das hepatische Gas aus der gewöhnlichen Schwefelleber gewinnen, wenn man diese mit einer Säure übergießet; man stoße nämlich die Schwefelleber zu einem groben Pulver, fülle damit die Entbindungsflasche des pnevmatischen Apparats, und gieße

α) Breslauer Sammlungen. XXXI. Vers. vom Jahre 1725. S. 107.
β) De mineris zinci. §. 8. 9. in opuscul. T. II.

gieße eine Säure darauf. Die Glocken auf dem Traggesimse der Wanne werden mit warmen Wasser angefüllt, weil dieses das Gas nicht so sehr wie das kalte verschluckt. Durch Queckfilber darf dieses Gas nicht gelassen werden, weil es von jenem zum Theil zersetzet wird. Auch aus künstlich bereiteten metallischen Schwefellebern erhält man das Gas, wenn man die Theile, welche in die Mischung kommen, in einer Retorte stark erhitzt, bis kein Schwefel mehr aufsteigt, und alsdann Säure übergießt, wie z. B. aus einer Mischung von gleichen Theilen braun geriebenen Braunsteins und gepulverten Schwefels, aus drey Theilen Eisenfeil und zwey Theilen Schwefel u. s. f. **Gmelin** α) erhielt selbst aus der spanischen Soda mit Schwefel- Salz- oder Essigsäure eine entzündliche Luft, welche hepatisch ist, und **Scheele** β) entwickelte aus Kohlenstaub und Schwefel, und aus Baumöl und Schwefel durch starke Hitze eben dergleichen, welche Erfahrung schon **van Helmont** γ) gemacht hatte. Von Natur entwickelt sich diese Luft aus vielen übelriechenden Wassern und aus den Körpern der Thiere, deren natürliche Ausgänge eben daher ihren unangenehmen Geruch erhalten.

Es hat dieses Gas einen ausnehmend starken stinkenden Geruch, wie die aufgelöste Schwefelleber, und ist zum Athemhohlen ganz untauglich. Ein Licht verlöscht darin: nähert man aber demselben in einem Gefäße mit einer weiten Oeffnung einen brennenden Körper, so brennt es mit einer röthlich-blauen Flamme, und setzt während dieses Brennens an die Wände des Gefäßes etwas weniges Schwefel ab; selbst der elektrische Funke bringt es alsdann zum Brennen. Mit drey Mahl so vieler atmosphärischer Luft vermischt brennt es schneller und mit einem Schlage. Die Lakmustinktur und das damit gefärbte Papier röthet es nicht, den Veilchensyrup aber macht es grün. Das Kalkwasser trübt es nicht, wie das kohlensaure Gas, wenn es

α) Einleitung in die Chymie. Nürnberg 1780. 8. §. 33.
β) Von Luft und Feuer. S. 150 u. f.
γ) De flatibus. §. 7.

es durch dasselbe hindurchgehet. Wenn man es mit atmosphärischer oder noch mehr mit dephlogistisirter Luft vermischt, so vermindert sich der Raum, welchen beyde Luftarten einnehmen sollten, immer mehr und mehr. Das hepatische Gas wird zerstört, es scheidet sich ein wahrer Schwefel davon ab, und die dephlogistisirte Luft wird ebenfalls zersetzt. Vom kalten Wasser wird es nach und nach verschluckt. Je heißer aber das Wasser ist, desto weniger nimmt es solches auf, und eben daher kann man heißes Wasser sehr bequem zu seiner Entbindung anwenden. Nach **Bergmann** *) nehmen 100 Cubikzoll destillirtes Wasser 60 Cubikzoll hepatisches Gas in der mittleren Temperatur in sich auf. Das Wasser, welches damit imprägniret worden ist, kömmt mit den frischen Schwefelbädern überein, dergleichen das aachner ist, und man kann mittelst der parkerschen Glasgeräthschaft diese Wasser künstlich nachmachen. Aetzende alkalische Laugen schlucken das hepatische Gas in Menge ein, und bilden damit wieder eine Art von flüssiger Schwefelleber.

Das hepatische Wasser hat einen starken Schwefelleber-geruch, welcher an der Luft nicht so leicht wieder verfliegt, einen starken, etwas süßlichen ekelhaften Geschmack, und sieht klar und helle aus, so lange es frisch bereitet ist, oder in gut verschlossenen Gefäßen ohne eingeschlossene respirable Luft aufbewahret wird. Die Lakmustinktur röthet es nicht, den Veilchensyrup aber macht es grünlich. Aetzende und kohlensaure Alkalien, so wie das Kalkwasser, bringen keine Aenderung darin hervor. Dieses wird nicht davon getrübt. Wenn man hingegen zur Entwickelung des hepatischen Gas eine aus kohlensauren Alkalien durch Schmelzen bereitete gemeine Schwefelleber angewendet hat, so wird alsdann zugleich durch die Säure aus dem Alkali Kohlensäure entbunden, welche sodann auch dem Wasser die Eigenschaft gibt, die Lakmustinktur zu röthen, und das Kalkwasser zu trüben.

Durch=

*) De aquis medicatis calidis arte parandis; in opusc. Vol. I. S. 229. f.

Durchs Kochen in offenen Gefäßen wird das hepatische Gas aus dem Wasser gänzlich wieder verjagt. Bringt man das hepatische Gas in einem verschlossenen Raume mit Lebensluft zusammen, so wird diese immer mehr und mehr vermindert und zersetzt. Das Wasser wird nach und nach trübe, und es sondert sich ein wahrer Schwefel daraus ab. Hieraus ist es zu erklären, warum aus den Schwefelbädern bey Berührung der Luft mit der Zeit ein Schwefel niederfällt, welcher vorher durchs Einkochen des Wassers nicht zu erhalten stand. Der Geruch des hepatischen Wassers wird durch Schwefelsäure nicht abgeändert, welches aber nach **Gingember** durch die schweflige Säure erfolgen, und welche auch Schwefel daraus niederschlagen soll.

Das hepatische Gas ist nach **Bergmann** zusammengesetzet aus Phlogiston und Schwefel, welche durch den Beytritt von Wärme die Luftgestalt erhalten haben. Alle Stoffe, welche eine große Verwandschaft zum Phlogiston besitzen, wie z. B. die dephlogistisirte Luft, scheiden aus ihr Schwefel ab, und werden phlogistisiret. Andere Erklärungen, nach dem System vom Brennstoff, findet man von Herrn **Kirwan** bey **Crell** *) und von **Cavalleri** in **Grens** Journal der Physik ß). Nach dem antiphlogistischen Systeme ist die Basis dieses Gas Schwefel und Hydrogen, und es erfolget die Entstehung desselben durch eine Zersetzung des Wassers; die Säure bewirket nur in so fern geschwefeltes Wasserstoffgas, als sie mit Wasser vermischt ist. Bringt man eine ganz trockene Schwefelleber über das Feuer, so läßt sich dieses Gas nicht gewinnen, sondern es geht eine Sublimation des Schwefels vor, und das Laugensalz bleibt zurück; wird aber die Schwefelleber mit Wasser angefeuchtet, und läßt eben den Grad der Hitze auf sie wirken, so entwickelt sich nun hepatisches Gas in großer Menge und

*) Vermischte Versuche mit hepatischer Luft in Crells chemisch. Annal. 1787. B. I. S. 26. f. S. 116. f.

ß) Beobachtungen über die Natur und Zusammensetzungen des hepatischen Gas; in Grens Journal der Physik B. II. S. 99. f.

und der Rückstand ist vitriolisirter Weinstein, weil das Oxygen des Wassers in Verbindung mit dem Schwefel Schwefelsäure gebildet, und diese mit dem Laugensalze sich vereiniget hat. Das Hydrogen hingegen hat sich mit einem Theile des Schwefels zum hepatischen Gas verbunden. Eben dieß geschiehet, wenn Schwefel, Eisenfeile und Wasser zusammen gemischet, und diese Mischung gelinde erwärmet wird.

Hieraus läßt sich nun auch erklären, wie das hepatische Gas vom Sauerstoffgas zerleget werde. Das Hydrogen verbindet sich nämlich mit dem Sauerstoff, es entsteht Wasser, und der aufgelöste Schwefel wird niedergeschlagen. Auch durch das hepatische Gas wird die atmosphärische Luft zerleget, hierbey verbindet sich der Sauerstoff mit dem Wasserstoffe des Gas, und es bleibt Stickgas zurück.

Ferner läßt sich daraus begreifen, auf welche Art hepatisches Gas in der Natur entwickelt werde. Wenn im Innern der Erde Schwefel, Eisen und Wasser in Berührung kommen, so erfolget eine Wasserzerlegung, es entwickelt sich Wärmestoff und es entstehet hepatisches Gas. Daher kommen die heißen Quellen, die Schwefelwasser, die Vulkane, und die unterirdische Wärme. Dieserwegen findet man auch mitten im Lande keine Vulkane, sondern beständig in der Nähe des Wassers, weil dieß zur Erzeugung der vulkanischen Eruption nothwendig ist. In den vulkanischen Produkten finden sich Schwefel und Ammoniak häufig; letzteres entsteht aus dem Wasserstoff des zerlegten Wassers und dem Stickstoff, welchen die verfaulten thierischen und vegetabilischen Substanzen im Meere hergeben.

Die geschwefelten Körper verändern sich an der freyen Luft in schwefelgesäuerte Körper durch das Wasser, welches sie aus der Luft einsaugen. Diese Veränderung wird noch schneller befördert, wenn man sie mit Wasser befeuchtet; das Wasser wird zerlegt, und es entsteht hepatisches Gas mit einer gewissen Menge Wärmestoff.

Die

Die Antiphlogistiker sind übrigens selbst in der Erklärung der Entstehung und der Erscheinung des hepatischen Gas nicht einig. Darin stimmen sie miteinander überein, daß die Grundlage dieses Gas Schwefel und Wasserstoffgas sey. **Fourcroy** und verschiedene holländische Chemiker *) sind der Meinung, daß die Schwefelleber das Wasser schon an sich durch die größere Verwandtschaft des Schwefels mit dem Sauerstoffe zersetze; daher verbinde sich ein Theil des Schwefels mit dem Sauerstoffe des Wassers zur Schwefelsäure, welche mit der alkalischen Substanz der Schwefelleber zum schwefelsauren Neutral- oder Mittelsatz zusammentreten; der frey werdende Wärmestoff verbinde sich mit einem Theile des Schwefels, und bilde die Grundlage des hepatischen Gas. Diese Grundlage werde aber von dem frey gewordenen Theile des Alkali fest zurückgehalten, und entlasse sie erst beym Zusatz einer Säure, wo sie nun durch die Einwirkung des Wärmestoffs gasförmig werde. Hiernach entsteht also das hepatische Gas aus der Zersetzung des Wassers, und die Säure ist bloß dazu erforderlich, um die Grundlage desselben vom Alkali los zu machen. Auch erfolget die Zersetzung des Wassers nur so lange, bis die alkalische Substanz mit der erzeugten Grundlage des hepatischen Gas gesättiget ist. Bringt man aber hepatisches Gas und Sauerstoff zusammen, so verbindet sich, der Wasserstoff des erstern mit dem Sauerstoff des andern, und es entstehet wieder Wasser, der Schwefel des hepatischen Gas wird abgeschieden, dieß wird also zersetzt, und eben so auch das Sauerstoffgas.

Andere hingegen behaupten *β*), daß die Schwefelleber das Wasser nicht für sich zersetze, sondern erst in der Verbindung mit einer Säure, deren Wärmestoff mit dem Wärmestoffe

*) Elém. de chimie. 4. Edit. Tom. II. S. 355. Mémoir. sur la nature des sulfures alcalins, par MM. *Deiman, Paets van Troostwyk, Nieuwland* et *Bondt*; im journ. de phys. Juin. 1792. S. 409, und in den annal. de chimie. Tom. XIV. S. 294.

β) Annales de chimie To. XIV. p. 311. sq.

mestoffe des Wassers zusammentrete, welches mit einem Theile Schwefel das hepatische Gas bilde; ein anderer Theil des Schwefels aber werde durch die Aufnahme des Sauerstoffs vom Wasser zur Schwefelsäure.

Nach der Theorie des Herrn **Gren** *) ist die Basis des hepatischen Gas brennbarhaltiger Wasserstoff und Schwefel. Durch die Verbindung des Schwefels mit Alkalien und alkalinischen Erden erhält nämlich derselbe das Vermögen, das Wasser durch Anziehung des Sauerstoffs zu zersetzen, was er für sich allein nicht vermag. So wie also Schwefelalkali mit dem Wasser in Berührung kömmt, so entzieht es ihm Sauerstoff, welcher mit einem Theile des Schwefels zur Schwefelsäure wird, die mit der alkalischen Substanz in Verbindung gehet, während der Brennstoff dieses zur Schwefelsäure werdenden Schwefels an den Wasserstoff tritt. Dieser frey werdende Wasserstoff des Wassers nimmt einen Theil Schwefel auf, und bildet damit die Basis des hepatischen Gas, die aber von dem frey gewordenen Theile des Alkali zurück gehalten, und erst beym Zusatze und durch Hülfe der Wärme daraus frey wird, und das Gas entweicht. Wenn auf das trockene Schwefelalkali eine verdünnte Säure gegossen wird, so ist es nur das Wasser der Säure, welches das hepatische Gas bilden hilft, und die Säure trägt weiter nichts bey, als daß sie die Basis des Gas vom Alkali, wovon sie aufgelöset wird, entbindet. Die Zersetzung des schwefelhaltigen Wasserstoffgas durch Sauerstoffgas läßt sich daraus erklären, daß der Wasserstoff und Sauerstoff sich dabey anziehen, und Wasser bilden, wobey der Schwefel niedergeschlagen wird. Eben dieß ist der Grund, warum das Wasser, welches schwefelhaltiges Wasserstoffgas aufgelöset enthält, an der freyen Luft Schwefel fallen läßt.

Gas, laugenartiges, flüchtig alkalisches, flüchtig alkalische Luft, laugensalzige Luft, urinöse Luft, Ammoniakgas (gas alcalinum volatile, aër alca-

*) Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. §. 986.

alcalinus, mephitis vrinosa, gas ammoniacale, gas alcali-volatil, gas ammonical) ist eine irrespirable entzündbare mit dem Wasser mischbare Gasart, welche man aus dem flüchtigen Laugensalze erhält.

Priestley ist der Erfinder von dieser Gasart. Er entwickelte aus dem Hirschhornsalze und dem flüchtigen Salmiaksalze durch eine bloße Erwärmung mit der Lichtflamme eine luftförmige Flüssigkeit, welche sich zwar von allen übrigen Gasarten auffallend unterscheidet, und welche noch einen Antheil von fixer Luft enthielt. Nach mehreren Versuchen fand er aber Methoden, sie reiner zu gewinnen.

Diese Gasart erhält man am besten, wenn man recht starken ätzenden Salmiakgeist in einer gläsernen Retorte, welche mit dem Quecksilberapparate in Verbindung ist, durch die Flamme einer Lampe gelinde erhitzt. Das Ammoniak des Salmiakgeistes tritt mit dem Wärmestoffe in Luftgestalt aus dem Wasser und geht als solche in die Auffangeglocke über. Die Destillation wird geendet, wenn wässerige Dämpfe überzugehen anfangen, zu deren Absonderung man auch mit Vortheil eine Mittelflasche mit dem Apparate verbindet.

Es besitzet dieses Ammoniakgas einen durchdringenden fast erstickenden Geruch, welcher in allen mit dem Geruch des ätzenden Salmiakgeistes übereinkommt, und einen ganz ähnlichen scharfen, ätzenden, urinösen Geschmack. Den Veilchensyrup macht es sogleich grün, das angefeuchtete Curcumapapier braun, und das Fernambucpapier violett. Vom Wasser wird es augenblicklich und gänzlich verschluckt, und aufgelöset, wobey sich Wärme erzeuget. Ist das destillirte Wasser damit gesättiget, so wird dieses dem ätzenden Salmiakgeiste vollkommen ähnlich; daher kann man das Wasser zu seiner Sperrung schlechterdings nicht anwenden. Eis schmelzt in demselben gleichfalls sehr schnell, und wird dann auch zum Salmiakgeiste, wobey sich Kälte erzeuget. Zum Athemhohlen ist es ganz untauglich und den Thieren tödtend. Es dient nicht zur Unterhaltung des Feuers, so lange die re-

spira-

spirable Luft von ihm ausgeschlossen bleibt. Beym hinlänglichen Zugange der letztern aber ist es selbst entzündbar und verbrennlich. Nach **Priestley** vergrößert der elektrische Funke sein Volumen und verwandelt sich in brennbare Luft. Verschiedene glauben, daß dem Ammoniakgas die Entzündbarkeit nicht wesentlich zukomme, sondern zeige sich nur, wenn es aus einem mit vielem Brennstoffe versehenen Laugensalze versetzt worden sey. Es ist leichter als atmosphärische Luft, und es wiegt ein pariser Cubikzoll davon bey 10° Raum. und 28 Zoll Barometerhöhe 0,27488 Grän. Durch die Hitze wird es mehr als die atmosphärische Luft ausgedehnt. Mit den respirablen Luftarten, so wie mit dem Stickgas und dem hepatischen Gas vermischt es sich, ohne zersetzt zu werden.

Mit den sauren Luftarten verbindet es sich in dem Augenblicke der Berührung in einen festen weißen Salmiak. Zur Sättigung werden hierbey auf zwey Maß Ammoniakgas zwey Maß salzsaure Luft, von der vitriolsauren ein Maß und von rothen Salpeterdämpfen $\frac{2}{3}$ Maß erfordert. Auch die Säuren in flüssiger Gestalt verschlucken das Ammoniakgas, und werden dadurch in wahre Salmiakauflösungen verwandelt, wobey viel Wärme entstehet. Mit der Luftsäure wird das Ammoniakgas zu einem milden, flüchtigen Alkali, welches sich in krystallinischer Form an die Wände des Gefäßes anleget.

Wenn das Gemisch von Ammoniakgas und Sauerstoffgas angezündet wird, so zersetzen sich beyde Gasarten, und das Produkt des Verbrennens ist Wasser und Stickgas. Es ist also das Ammoniak zusammengesetzet aus dem Wasserstoffe und Stickstoffe. M. s. **Laugensalze.**

Aus den Eigenschaften des Ammoniakgas erhellet hinlänglich, daß das Ammoniak mit dem Wärmestoffe chemisch verbunden sey. Die Wärme wird frey, wenn Wasser, Säuren u. s. f. sich mit dem Ammoniak verbinden. Selbst das Eis macht Wärme frey, das Schmelzen desselben aber bindet sie wieder und noch mehr dazu, daher entsteht Kälte. Es ist ferner hieraus klar, warum man das Ammoniak nicht

in fester Gestalt darstellen kann, indem es sich alle Zeit entweder in Verbindung mit Wasser in tropfbarer, flüssiger Form oder in Luftgestalt zeigt.

Gas, mephitisches, Kalkgas, wildes oder **weiniges Gas, fixe Luft, künstliche Luft, mephitische Säure, Luftsäure, Kreidensäure, Sauerluft, kohlensaures Gas, kohlengesäuertes Gas, Kohlensäure, luftsaures Gas** (gas mephiticum, calcareum, sylueſtre, vinoſum, mephitis vinoſa, aër fixus, aër factitius, acidum mephiticum, acidum aëreum ſ. atmoſphaericum, acidum cretae, gas acidum carbonicum, gas aëreum, gas mephitique, calcaire, air fixe, acide mephitique, acide crayeux, gas acide carbonique) ist diejenige irrespirable, mit Wasser mischbare Gasart, welche sich aus der weinigen Gährung und aus den milden Laugensalzen und alkalischen Erden durch Säuren entwickelt.

Außer der atmosphärischen Luft ist wohl diese die erste, welche den Menschen bekannt geworden ist; die **erstickenden Schwaden** oder die **bösen Wetter** der Bergleute rühren daher, welche man sonst den unterirdischen Dünsten zuschrieb, welche die Luft umher verbreitete. Um die Mitte des 16ten Jahrhunderts bemerkte auch **van Helmont**, daß man auch einen solchen erstickenden Dunst über der Oberfläche gährender Körper finde, und benannte selbigen mit gas vinoſum. Außer andern von **Boyle** angestellten Versuchen über die Luftentwickelung aus verschiedenen Körpern, stellte er auch einen mit gepulverten Korallen und Austernschalen an, und erhielt aus diesen in destillirten Weinessig gebrachten Körpern eine Luftart, welche er **künstliche Luft** nannte. Damahls hielt man sie aber, so wie andere von **Boyle** entwickelte Gasarten, als gemeine Luft, welche ihre Elasticität verloren habe, und sich als Element in der Grundmischung der Körper finde. Erst im Jahre 1755. wurden die von **Boyle** angefangenen Versuche durch **Dr. Black** fortgesetzet; dieser fand, daß sich eben dieselbe Luft aus allen kalkartigen und laugenartigen Körpern gewinnen ließ. Er gab ihr den

Nahmen

Nahmen fixe **Luft**, weil er der Meinung war, daß sich diese Luft vor der Entwickelung in den Körpern im gebundenen oder eingeschlossenen Zustande befände. Man hat diesen Nahmen fixe Luft nachher zwar allen aus Körpern sich entwickelten Gasarten gegeben, da man aber immer mehr und mehr davon überzeuget wurde, daß unmöglich die aus den Körpern sich entbindende Luft in selbigen vor der Operation gleichsam im zusammengepreßten Zustande enthalten seyn könnte, so behielt nur das luftsaure Gas im eingeschränkten Verstande den Nahmen fixer Luft, welchen auch **Priestley**, der die verschiedenen Luftgattungen in ihren wesentlichen Unterschieden weit genauer als alle seine Vorgänger bestimmte, dieser Luftart gab.

Das kohlensaure Gas läßt sich auf mannigfaltige Art gewinnen: 1) aus thierischen und vegetabilischen Substanzen bey der trockenen Destillation thierischer Körper und ihrer Theile, bey der trockenen Destillation der Gewächse und ihrer Produkte, beym Durchgange glühender Wasserdämpfe durch thierische und vegetabilische Kohle, beym Verbrennen der vegetabilischen Substanzen und ihrer Kohle, bey der weinigen, sauren und faulen Gährung, bey Zersetzung aller organischen Stoffe durch Salpetersäure, beym Athemhohlen warmblütiger Thiere, wo man es in der ausgehauchten Luft alle Zeit antrifft; 2) aus mineralischen Substanzen beym Verbrennen der Erdharze und des Reißbleyes, besonders aber aus allen rohen Kalkerden durchs Brennen derselben und Auflösen in Säuren.

Die gewöhnlichste und leichteste Methode, das luftsaure Gas zu erhalten, ist diese: man schüttet eine Quantität einer flüssigen Säure, wie verdünnte Schwefelsäure, in die Entbindungsflasche, bringt die Mündung der Seitenröhre unter den Trichter der Wanne des pnevmatischen Apparats, schüttet gepulverte Kreide so in die Flasche, daß nichts in der Mündung hängen bleibt, und das Zuschließen verhindern könne; hierauf verstopft man die Flasche gehörig, und läßt durch das erste Aufbrausen die in der Flasche und Röhre enthaltene

atmosphärische Luft besonders austreten, und fängt dann das aufsteigende Gas in der Vorlage auf.

Von Natur findet sich das kohlensaure Gas in Gruben, Höhlen, Brunnen und andern Orten, wo kein Luftzug Statt hat, und an welchen es durch natürliche Verbrennungen und Gährungen, z. B. in der Nachbarschaft der Vulkane und der Schwefelkiese u. d. gl. erzeuget werden kann. So ist z. B. die bey Neapel liegende so genannte **Hundsgrotte** wegen des auf ihrem Boden liegenden kohlensauren Gas, das aus den Ritzen und Spalten der Erde hervordringt, bekannt. Die Thiere, welche dahin kommen, sterben unter heftigen Zuckungen, oder werden wenigstens auf einige Zeit der Empfindung beraubt, und die hineingebrachten Fackeln und Lichter verlöschen. Der Dampf der ausgelöschten Lichter verbreitet sich in der etwa 14 Zoll hohen kohlensauren Gasschichte über dem Boden, und sinkt, wenn er zur Höhle hinausgetrieben wird, in der atmosphärischen Luft nieder, worin sonst der Rauch empor steiget. Der Boden in der Höhle hat viele warme Quellen, Ausbrüche von Dampf u. s. f. und nahe dabey ist die bekannte Solfatara, eine ganz schwefelige und stets dampfende Gegend. Auch die erstickenden Schwaden in den Gruben legen sich auf das Liegende, so wie die brennbaren Dämpfe am Hangenden schweben. Von eben der Beschaffenheit sind auch die erstickenden Schwaden in den Kellern, wo Bier und Most in Gährung gerathen sind. Man kann daher bey gährenden Materien das kohlensaure Gas auf eine sehr leichte Art gewinnen. **Priestley** gebrauchte dieß Mittel bey seinen ersten Versuchen in einem bey seiner Wohnung nahe gelegenen Brauhause. Gemeiniglich befindet sich eine 9 bis 12 Zoll hohe Schichte von kohlensaurem Gas über dem Gebräude, wenn es in dem Kübel zu gähren anfängt. In diese braucht man nur eine Flasche mit aufwärts gekehrter Mündung aufzuhangen; das kohlensaure Gas wird sich alsdann von selbst durch seine Schwere in die Flasche begeben, und die atmosphärische Luft herausdrängen.

Auch in der Atmosphäre befindet sich ein kleiner Antheil von kohlensaurem Gas, welches gemeiniglich auf $\frac{1}{10}$, nach **Lavoisier** aber auf $\frac{1}{100}$ gesetzet wird. **Fontana** und **de la Metherie** *) haben dieß geläugnet, und zum Grunde angeführet, daß das Kalkwasser von der atmosphärischen Luft nicht getrübet werde, da doch $\frac{1}{200}$ kohlensaures Gas mit gemeiner Luft vermischt diese Wirkung hervorbringe. Allein es ist genugsam bekannt, daß das Kalkwasser an der freyen Luft, so wie der gebrannte Kalk selbst Veränderungen erleidet, welche ganz allein von dem in der Atmosphäre befindlichen kohlensauren Gas herrühren. Selbst der Herr **de Saussüre** fand sogar auf der Spitze des Montblanc noch einige Wirkung des kohlensauren Gas auf das Kalkwasser, indem sich dieses, da es etwa $\frac{7}{4}$ Stunden an der Luft gestanden hatte, mit einem regenbogenfarbenen Häutchen überzogen hatte. Er überzeugte sich von der Gegenwart des kohlensauren Gas in der Atmosphäre noch mehr dadurch, daß er ätzendes Gewächslaugensalz in der Atmosphäre sättigte. Er nahm nämlich Papierstreifen, tauchte sie in das Laugensalz, und setzte sie $1\frac{1}{2}$ Stunde auf dem Gipfel des Berges der freyen Luft aus. Diese Streifen brauseten mit den Säuren, da sie aus der Flasche kamen, nicht, nachdem sie aber an der Luft trocken geworden waren, so nahm er mit den Säuren ein starkes Brausen wahr, welches offenbar die Gegenwart der Luftsäure bewies, die in der Atmosphäre als Gasgestalt selbst in einer Höhe von 2400 Toisen über der Meeresfläche sich mußte aufgehalten haben. **Lamanon** und **Mongez** fanden auf der Spitze des Pik von Teneriffa auf dem Kalkwasser kein Häutchen, nachdem sie solches den Dämpfen des Vulkans ausgesetzet hatten; mit ätzendem Gewächsalkali aber hatten sie diesen Versuch nicht angestellet β).

*) Essay sur l'air pur et les différentes espèces d'air. Paris, 1785. 8.

β) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. Bd. IV. St. 2. S. 51. aus *Rozier* journ. de phys. 1786.

Es ist dieses Gas specifisch schwerer als die atmosphärische Luft; nach **Bergmann** ist sein Verhältniß zu dieser wie 3:2, nach **Lavoisier** aber 561:455, und es wiegt ein Cubikzoll par. bey 10° Reaum. und 28 Zoll Barometerhöhe 0,68985 Gran. Es sinkt daher in der atmosphärischen Luft gegen den Boden, welches zu mancherley belustigenden Versuchen Anlaß gibt, dergleichen **Dûc de Chaulnes** *) vor der Akademie zu Paris angestellet hat.

Nach dem neuern Systeme ist die Basis des kohlensauren Gas Kohlenstoff und Sauerstoff, mithin die Kohlensäure, welche durch Einwirkung der Wärme eben in kohlensaures Gas umgeschaffen wird. Bey dem Druck und der Temperatur unserer Atmosphäre, wobey wir leben, ist die Kohlensäure gasförmig; bey ihrem Erzeugen und Freywerden nimmt sie also sogleich die Gasgestalt an. Von dem kalten Wasser, Kalkwasser und von der Aetzlauge wird dieses Gas zersetzt, indem sich seine Basis damit verbindet, welche dadurch vom Wärmestoffe getrennt wird. Kaltes Wasser kann etwa ein gleiches Volumen vom kohlensauren Gas einsaugen. Dieses kohlensaure Wasser besitzet einen schwach säuerlichen Geschmack, färbt die Lackmustinktur roth, und wirft Blasen, wenn man es schüttelt. Dieses Wasser hat eine sehr große Aehnlichkeit mit dem natürlichen Sauerbrunnen, dergleichen das Pyrmonter-, Selter-, Eger-Wasser u. a. m. sind, welche sich aber doch von einander selbst, als auch von reinem kohlensauren Wasser durch andere aufgelösete Bestandtheile unterscheiden. Alle Kohlensäure kann aber durch Erhitzung oder Kochen aus dem Wasser wieder als Gas ausgetrieben werden, so wie auch durch die Luftpumpe. Das kohlensaure Wasser hat selbst durch die Kohlensäure die Fähigkeit erhalten, auch andere Substanzen, als Erden, Eisen u. s. f. aufzulösen, welche es für sich nicht auflösen kann, wovon die kohlensauren Stahlbrunnen Beyspiele geben. Um die Anschwängerung des Wassers mit der Kohlensäure bequem zu verrichten, dienet die so genannte **parkersche Glasgeräthschaft**. M. s. Gesund-

*) Mém des Savaus étrangers 1778.

sundbrunnen, parkersche Maschine. Auch macht die Kohlensäure einen Bestandtheil der so genannten moussirenden Weine und der Bouteillenbiere aus, woher das Schäumende, wie beym Champagnerweine, entstehet, und bildet sich bey jeder Weingährung, wo sie im Gäscht enthalten ist. Uebrigens läßt sie sich aus allen Körpern, in welchen sie einen Bestandtheil ausmacht, durch Glühen im Feuer austreiben, und darauf beruhet das Brennen des Kalkes.

Das kohlensaure Gas löscht das Feuer schnell aus. Schießpulver läßt sich in selbigem nicht entzünden, und eine brennende Kerze oder Kohle verlöscht darin sogleich. Zum Athemhohlen ist es ganz untauglich, und Thiere sterben darin mit Zuckungen. Mit den reinen Alkalien und der reinen Kalkerde verbindet sich die Basis des kohlensauren Gas oder die Kohlensäure sehr gern, und beyde verlieren dadurch ihre Aetzbarkeit, und verwandeln sich in Neutral = und Mittelsalze. Mischt man kohlensaures Gas zum Kalkwasser, so wird dieses sogleich getrübet, weil die darin aufgelösete reine Kalkerde die Kohlensäure aufnimmt, und sich dadurch in kohlensaure Kalkerde verwandelt, welche als solche im Wasser nicht auflösbar ist. Ein Ueberschuß von Kohlensäure macht aber doch die kohlensaure Kalkerde wieder im Wasser auflöslich, oder, welches einerley ist, kohlensaures Wasser löset die kohlensaure Kalkerde auf. Diese Auflösung wird durch Kochen zersetzt. Die Kalkerde hat gegen die Kohlensäure nähere Verwandtschaft als die Alkalien dagegen haben, und jene entziehet daher dieselbe den kohlensauren Alkalien und macht sie ätzend. Kalkwasser wird eben daher vom kohlensauren Alkali sogleich getrübt. Ammoniakgas und kohlensaures Gas geben bey ihrer Berührung sogleich eine feste Materie, kohlensaures Ammoniak.

Anfänglich, als **Priestley** die verschiedenen Luftarten bestimmter aus einander zu setzen suchte, hielt man dafür, daß der saure Geschmack des kohlensauren Wassers von einem Theile der Vitriolsäure herrühre, welche man zur Entwickelung des kohlensauren Gas gebrauchet habe, und von welcher

sich etwas mit demselben verbunden habe. Allein die Verschiedenheit des Geschmacks vom kohlensauren Wasser mit dem von der Vitriolsäure, und die Versuche mit kohlensaurem Gas, welches aus der edinburgischen Magnesia durchs Feuer entwickelt war, und gleichwohl dem Wasser eben diesen Geschmack gab, widerlegten diese Meinung bald. Auch bewies **Bewley** α) durch entscheidende Versuche, daß die Säure des kohlensauren Gas demselben nicht bloß beygemischt sey, weil alkalische Auflösungen nicht allein den sauren Antheil von diesem Gas verschluckten, sondern die ganze Luft. Auch war man nicht vermögend, an selbigem mit irgend einer der bekannten Säuren eine Aehnlichkeit zu finden; daher betrachtete er die Säure des kohlensauren Gas als eine eigene, wie schon **Bergmann** β) dargethan hatte, und gab ihr deßwegen den Nahmen mephitische Säure.

Andere, als z. B. **Sage**, hielten die Kohlensäure für eine Salzsäure, die durch die Digestion über Sand mit Oel getränkt flüchtig geworden sey. Allein **Duc de Chaulnes** und **Achard** γ) erwiesen, daß fast keine einzige Eigenschaft der nach **Sage** behandelten Salzsäure mit der Kohlensäure übereinkomme.

Noch andere, und vorzüglich **Macquer**, hielten dafür, die Kohlensäure sey eine aus reiner Luft und Phlogiston zusammengesetzte Substanz, so daß die phlogistisirte Luft gleichsam zwischen der Kohlensäure und der reinen Luft das Mittel hielte. Zum Beweise führen sie an, daß sich die im Wasser geschüttelte kohlensaure Luft zuerst der phlogistisirten nähere, zuletzt aber immer mehr die Natur der reinen Luft annehme. Priestley hingegen hat dieser Behauptung widersprochen; denn eine bloß durch Phlogiston verdorbene Luft zeige keine Eigenschaften einer Säure, sey leichter als reine Luft, und verbinde sich nicht gern mit dem Wasser; das kohlensaure Gas aber habe die

α) Priestley Versuche und Beobachtungen ꝛc. Bd. II. im Anhange Numero I.

β) De acido aëreo; in s. opusc. phys. et chym. Upsal. 1779. 8.

γ) Chymisch-physikal. Schriften. Berlin, 1780. S. 305-328.

die gerade entgegengesetzten Eigenschaften, und überdieß lasse sich nie phlogistisirte Luft durch mehreren Zusatz von Phlogiston in kohlensaure Luft verwandeln. Scheele *) hält vielmehr das kohlensaure Gas vom Phlogiston ganz frey, die verdorbene Luft für phlogistisch, und die Feuerluft für eine mit Phlogiston gesättigte Luftsäure. Diese seine Behauptung gründet sich vorzüglich auf den von ihm angenommenen Satz, daß die brennbare Luft durchs Athmen vom Phlogiston frey werde, indem der thierische Körper durch diese Naturoperation das Phlogiston aufnehme. Allein, wenn die durchs Athmen verdorbene Luft gleiche Eigenschaften mit derjenigen besitzet, welche durch Verbrennung oder andere phlogistische Processe verdorben ist, so muß sie doch auch wohl mit dieser auf einerley Art, nach damahliger Behauptung, durch Annahme, nicht durch Entziehung des Phlogiston verdorben seyn.

Priestley vermuthete, daß die bey den so genannten phlogistischen Processen erhaltene kohlensaure Luft nicht erzeuget, sondern aus der gemeinen Luft durch das Phlogiston niedergeschlagen werde. Diese Vermuthung wird aber durch folgenden Versuch unmittelbar widerleget: man fülle eine gläserne Glocke mit Kalkwasser an, und setze sie über Kalkwasser. Nachher lasse man durch das Kalkwasser Sauerstoffgas unter die Glocke treten, und bringe Salpeterluft hinzu. Das Volumen der beyden Luftarten wird sich vermindern, weil, wie **Priestley** annimmt, das Phlogiston der Salpeterluft sich mit der Lebensluft verbindet. Aber das Kalkwasser wird nicht im mindesten getrübt, und es entsteht folglich kein kohlensaures Gas.

Kirwan glaubte vormahls, daß das kohlensaure Gas aus Lebensluft und brennbarem Gas bestehe, welches letztere er für das reine Phlogiston hält. Dagegen führen aber die Antiphlogistiker folgenden Versuch an: Es wird in einer kleinen Flasche brennbares Gas aus Eisenfeil und Vitriolsäure entwickelt, so wie es nun aus der gekrümmten Röhre kommt, entzündet und brennend unter eine mit dephlogistisirter Luft an-

*) Vom Feuer und Luft. §. 93.

angefüllte Glocke, die mit Kalkwasser gesperret ist, gelassen. In der Glocke brennt es nun mit einer größern und hellern Flamme; die dephlogistisirte Luft nimmt nach und nach ab, und das Kalkwasser steigt unter der Glocke in die Höhe. Endlich hört das Gas zu brennen auf, und die Glocke wird beynahe ganz mit Kalkwasser angefüllt. Allein man bemerkt dabey nicht im mindesten, daß dadurch das Kalkwasser getrübet werde. Mithin ist auch durch die Verbindung der brennbaren Luft mit der dephlogistisirten keine kohlensaure Luft entstanden. Auch hat nachher Herr Kirwan diese Meinung selbst verlassen, und das antiphlogistische System in den meisten Stücken angenommen.

Ueberhaupt ist man in Bestimmung über das Wesen und den eigentlichen Ursprung des kohlensauren Gas sonst nicht glücklich gewesen. Die meisten Chymiker und Naturforscher verfielen in den Fehler, daß sie dieses Gas mit dem dephlogistisirten für einerley hielten, welches um so mehr zu verwundern ist, da sie schon hinlänglich die Eigenschaften des erstern von den des andern ganz verschieden fanden. In den neuern Zeiten ist man hierin glücklicher gewesen, wie bereits schon aus dem oben Angeführten erhellet, und noch mehr aus Folgenden erhellen wird.

Wenn Kohlenstaub, welcher einige Zeit der freyen Luft ausgesetzet gewesen ist, in verschlossenen Gefäßen über Feuer gebracht wird, so erhält man dadurch nichts weiter als kohlensaures Gas und Wasserstoffgas, es mag diese Operation auch noch so lange fortgesetzet, und das Feuer noch so sehr verstärket werden. Der Rückstand ist nichts weiter als wahre Kohle mit allen ihren Eigenschaften, außer daß sie etwas von ihrem Gewichte verloren hat. Wird diese gereinigte Kohle wiederum einige Zeit der Luft ausgesetzet, so nimmt sie beynahe ihr voriges Gewicht wieder an, und gibt bey wiederhohlter Operation abermahls kohlensaures Gas und Wasserstoffgas. Wenn man den Versuch mit der rückständigen Kohle immerfort wiederhohlet, so geht jedes Mahl etwas mehr von dem Gewichte verloren, bis sie zuletzt ganz in diese beyden

Gas-

Gasarten zerleget ist. Sie machen aber zusammen drey Mahl das Gewicht der Kohle aus, welche sie hervorgebracht hat. Hieraus folgt also, daß jedes Mahl die Kohle, als sie der Luft ist ausgesetzet worden, etwas aus selbiger angenommen haben müsse, was Sauerstoff zum kohlensauren Gas, und Wasserstoff zum Wasserstoffgas hergegeben hat, und dieß ist Wasser gewesen, welches durch die Einwirkung der Hitze in die beyden Bestandtheile ist zerleget worden.

Wenn man die calcinirte Kohle einer völlig trockenen Luft aussetzet, so gibt sie kein Wasserstoffgas mehr, hingegen aber etwas Sauerstoffgas; legt man sie aber in Wasser, so erhält man daraus Wasserstoffgas in einer weit größern Menge, als wenn sie bloß der freyen Luft ausgesetzet gewesen ist. Die ganz trockene, völlig wasserfreye Kohle gibt weder kohlensaures Gas noch Wasserstoffgas. Daraus erhellet also, daß die Basis des kohlensauren Gas der Kohlenstoff und der Sauerstoff ist.

Vorzüglich aber hat man sich in den neuern Zeiten mit der Zerlegung des kohlensauren Gas beschäftiget, und den Kohlenstoff als einen seiner Bestandtheile daraus zu entwickeln gesucht. Weil aber der Kohlenstoff in der Temperatur des Glühens eine nähere Verwandtschaft zum Sauerstoffe hat, als andere einfache verbrennliche Stoffe dagegen haben; so sieht man wohl ein, daß die Zersetzung dieses Gas so leicht nicht ist. Sehr wahrscheinlich läßt sich aber diese Zersetzung durch zusammengesetzte Verwandtschaften bewerkstelligen; wenigstens bringt sie die Natur bey der Vegetation der Pflanzen täglich zu Stande.

Die Wiederherstellung der Kohle aus der Kohlensäure ist Herrn **Smithson Tennant** [a]) gelungen. Er nahm hierzu eine beschlagene Glasröhre, welche an dem einen Ende verschlossen war, brachte darein zuerst etwas weniges Phosphor, und darauf etwas fein gepulverten Marmor, verstopfte die Röhre, doch nicht ganz genau, und erhitzte sie bis zum Roth-

[a]) Philosoph. transact. 1791. Vol. LXXXI. p. 182. sqq. Ueber die Zerlegung der Luftsäure; in Grens Journal der Phys. B. VI. S. 229 f.

Rothglühen einige Minuten lang. Nach dem Zerbrechen der erkalteten Röhre fand er darin ein schwarzes Pulver, welches aus Kohle mit phosphorsaurer Kalkerde und Phosphor mit gebrannter Kalkerde bestand. Ward nun die phosphorsaure Kalkerde durch Auflösung in einer Säure und durch Filtriren, der Phosphor aber durch Sublimation davon geschieden, so blieb eine Kohle zurück, welche sich von der Kohle der vegetabilischen Materien in keiner Rücksicht mehr unterscheiden ließ. Nach Herrn **Tennant** findet die Wiedererzeugung der Kohle folgender Maßen Statt, der Kohlenstoff werde, ob er gleich eine weit größere Verwandtschaft, als der Phosphor gegen den Sauerstoff hat, gleichwohl durch die Summe der Verwandtschaften des Phosphors gegen den Sauerstoff, und der Phosphorsäure gegen die Kalkerde, vom Sauerstoffe getrennt.

Nach Herrn **Pearson** [a]) gelingt die Zersetzung des kohlensauren Gas noch leichter und besser mit kohlensaurem Mineralalkali und Phosphor, wenn man zwey Theile des letztern mit acht Theilen des erstern, welches seines Krystallisationswassers völlig beraubt worden ist, in einer Glasröhre einer starken Rothglühehitze aussetzet. Hierbey bildet sich Kohle und phosphorsaures Mineralalkali.

Das kohlensaure Gas hält mehr oder weniger Wasser in sich. Wenn über dem Quecksilberapparat durch dieses Gas elektrische Funken gelassen werden, so wird sein Volumen bis auf $\frac{1}{24}$ des Ganzen größer, der Leiter säuret sich, wenn er von Eisen ist, setzt auf dem Quecksilber ein schwarzes Pulver ab, und das kohlensaure Gas wird mit Wasserstoffgas vermischt. Diese Phänomene suchen die Antiphlogistiker aus der Zerlegung des Wassers herzuleiten. Das hierdurch erzeugte Wasserstoffgas ist die Ursache der Vermehrung des Luftvolumens.

Diejenigen, welche das Wasser für die Basis aller Luftarten halten, nehmen die Luftsäure für eine einfache Substanz,

a) Experiments made with the view of decompounding fixed air by *G. Pearson*. Philos. transact. Vol. LXXXII. P. II. p. 289. sqq.

stanz, und das luftsaure Gas als eine Mischung dieser Säure mit Wasser an, welche durch eine innigste Verbindung mit dem Wärmestoffe die Luftgestalt erhalten hat. Auch sucht **Priestley** *) durch directe Versuche zu erweisen, daß das Wasser einen wesentlichen Bestandtheil des luftsauren Gas ausmache. Aus der kohlensauren natürlichen Schwererde konnte er durch bloße Hitze keine fixe Luft erhalten. Ließ man aber in einem irdenen Rohre bey der Weißglühehitze Wasserdampf über sie hinwegstreichen, so entwickelte sich sehr schnell fixe Luft. Zu 294 Gran fixer Luft hatte man 160 Gran Wasser gebrauchet. Ferner wurde eine Auflösung von 48 Gran Schwererde im Salzgeist bis zur Trockniß abgerauchet, und der Rückstand geglühet, wobey er 4 Gran verlor. Er gab bey der Auflösung 7,2 Gran fixe Luft, daß folglich eine Gewichtszunahme der Luft von 3,2 Gran entstanden war, welche sehr wahrscheinlich von nichts anders entstehen konnte, als vom Wasser. Hieraus folgert **Priestley**, daß bey der Bildung der fixen Luft beynahe mit völliger Gewißheit ein Theil Wasser als Menstruum derselben mit weggeführet werde, und daß dieser Theil ungefähr die Hälfte des Gewichtes der ganzen Luft betrage. Die Antiphlogistiker behaupten ebenfalls, daß das kohlensaure Gas Wasser enthalte, sie nehmen aber an, es sey in dem Gas aufgelöset, und kein eigentlicher Bestandtheil derselben. Die Versuche suchen sie aus der Zerlegung des Wassers abzuleiten. So nehmen sie z. B. an, daß bey der Bildung des kohlensauren Gas aus Schwererde nicht das Wasser selbst, sondern nur der Sauerstoff desselben in dieses Gas übergehe. Nach **Priestley**, **de Lüc** und anderen sind das Wasser und die Säure einfache Stoffe, und hiernach geht also das Wasser bey der Bildung der fixen Luft als solches über; die Kohle betrachten sie aber als eine Zusammensetzung von Luftsäure und Phlogiston, welche hingegen nach dem antiphlogistischen Systeme eine einfache Substanz ist. Mit völliger Gewißheit kann doch bis jetzt noch nicht ent=

*) Phil. transact. Vol. LXXVIII. p. 147. sq. übers. in Grens Journal der Physik. Bd. I. S. 104 f.

entschieden werden, welche Meinung die richtigste sey. Im Kleinen lassen sich nach der Meinung der Antiphlogistiker leichtere Erklärungen hierüber geben, im Großen aber scheint die andere Meinung mehr mit dem Ganzen zusammen zu stimmen.

Gas, phlogistisirtes, phlogistisirte oder **phlogistische Luft, verdorbene Luft, unreine Luft Stickluft, Salpeterstoffgas, Stickstoffluft, Stickgas, azotisches Gas** (gas phlogisticum, aër phlogisticatus, vitiatus, mephitis aëris phlogistica, gas azoticum, gas ou air phlogistique, gas azotique) ist diejenige Luftart, in welche sich die atmosphärische Luft durch die so genannten phlogistischen Processe verwandelt, und welche weder zum Einathmen der Thiere und der Verbrennung der Körper tauglich, noch mit dem Wasser mischbar ist. Man nahm nämlich nach dem phlogistischen Systeme an, daß alle diejenigen Processe sowohl der Natur und Kunst, bey welchen die atmosphärische Luft zum Athemhohlen ganz verdorben wird, aus den Körpern gebundenes Phlogiston abscheiden, welches die Ursache des Verderbens der Luft sey. Daher wurden auch dergleichen Processe phlogistische Processe genannt. Ob es nun gleich den Alten schon längst bekannt war, daß die atmosphärische Luft vorzüglich durchs Verbrennen der verbrennlichen Körper in selbiger zum Athemhohlen und zur Unterhaltung der Flamme ganz untauglich wurde, so hat doch erst **Priestley** die Stickluft genauer zu entdecken gesuchet. Dessen ungeachtet bleibt aber das Stickgas immer noch räthselhaft. Alle diese Mittel, welche gewöhnlich angegeben werden, um Stickgas zu erhalten, wie z. B. die Verbrennung, Verkalkung, Athmen, verwittern der Kieße u. s. f. sind so beschaffen, daß man sich noch keinen vollständigen Begriff von diesem Gas machen kann. Die angeführten Processe bringen jeder Zeit eine Zusammensetzung von verschiedenen Gasarten hervor, und es ist bisher immer noch ungewiß gewesen, welche Eigenschaften einer ganz reinen Stickluft zukommen müssen. Erst neuerlich hat Herr **Göttling** die

charakte-

charakteristischen Kennzeichen einer ganz reinen Stickluft zu bestimmen gesucht, welche nachher erwähnet werden sollen.

Es ist bekannt genug, daß man durchs Verbrennen des Phosphors in einem eingeschlossenen Raume von atmosphärischer Luft sogenannte Stickluft erhalten kann, wie bereits dieser Prozeß unter dem Artikel, **Gas, atmosphärisches**, ist angeführet worden. Die Verminderung des hiebey erfolgten Luftvolumens konnte nach dem alten Systeme nur mit Schwierigkeit erkläret werden. Erst nachdem **Lavoisier** seine wichtigen Versuche bekannt machte, war man im Stande, leichte und genugthuende Erklärungen hiervon zu geben, zumahl da es verschiedenen Chemikern gelungen war, daß ganz reine dephlogistisirte Luft durchs Verbrennen mit hinlänglichem Phosphor ganz und total verschwand. Hieraus folgte nun natürlich, daß durchs Verbrennen, so wie überhaupt durch jeden phlogistischen Prozeß kein Phlogiston an die Luft treten konnte, sondern daß die Luft zersetzt werden mußte. Daher ist auch das Stickgas nicht als eine vom Phlogiston verdorbene Luft, sondern als anderer Bestandtheil der atmosphärischen Luft zu betrachten.

Bey Zerlegung des ätzenden flüchtigen Alkali durch die dephlogistisirte Salzsäure wird Stickgas erhalten, welches nicht von der atmosphärischen Luft herrühret. Man bringt nämlich eine Tubulatretorte in ein Sandbad, und bringt ihr Ende mit einer Röhre in Verbindung, welche in eine Flasche geht. Diese Flasche wird mit 4 Unzen vom concentrirtesten flüchtigen Salmiakgeiste, mit 4 Unzen reinen Wassers vermischt, angefüllt, und hiermit noch eine Röhre verbunden, deren anderes Ende unter eine mit Wasser gefüllte Glocke geht. In der Retorte wird gepulverter Braunstein mit Kochsalze in gehörigem Verhältnisse vermischt, und concentrirte Vitriolsäure aufgegossen. Die daraus sich entwickelnde dephlogistisirte Salzsäure geht in Luftgestalt in die Flasche über, wo sie bey der Berührung mit dem flüchtigen Alkali zersetzet wird, woraus ein Gas, daß sich durch diese

Zersetzung bildet, in die Glocke übergeht, und welches Stickgas ist.

Auf diese Weise gewinnt man auch Stickgas aus der Reduktion der Metallkalke mit dem flüchtigen Alkali. Daraus beweisen die Antiphlogistiker, daß das flüchtige Alkali aus Wasserstoff und Stickstoff bestehe. Es soll sich nämlich der Wasserstoff mit dem Sauerstoffe zu Wasser bilden, und wegen des Verlustes des Sauerstoffes soll eine Reduktion der Metallkalke vor sich gehen; der Stickstoff des Alkali aber mit dem Wärmestoffe Stickgas bilden.

Auch bey dem Verpuffen des Salpeters über Kohlen erhält man Stickgas; so wie auch der gepulverte Braunstein in einer Retorte von Porzellan allmählig erwärmet Stickgas gibt. Eine gleiche Luftart gewähren auch die Dämpfe des kochenden Wassers, wenn man sie durch ein glühendes irdenes Pfeifenrohr gehen läßt.

Alle diese sehr verschiedenen Arten, deren noch mehrere angeführet werden könnten, um Stickluft zu erhalten, sind noch bey weiten zu wenig geprüfet worden, um mit völliger Gewißheit zu behaupten, daß die daher gewonnene Stickluft von ein und der nämlichen Beschaffenheit sey. Ueberdem verdiente es auch, wie Herr **Göttling** erinnert, einer genauern Untersuchung, ob bey alle den Prozessen, welche man anwendet, um aus der Atmosphäre Stickluft zu erhalten, ob die Sauerstoffluft aus der Atmosphäre völlig weggenommen werden könne, und dabey an der Luft selbst keine Veränderung vorgehe, welche etwa bewirke, daß man sich ihrer bey genau anzustellenden Versuchen nicht als einer reinen Stickluft bedienen könne.

Gewöhnlich werden folgende unterscheidende Eigenschaften der Stickluft angegeben. Sie ist specifisch leichter als die atmosphärische. Nach **Lavoisier** wiegt ein Cubikzoll bey einer Wärme von 10° Reau. und 28 Zoll Barometerhöhe 0,44444 Gran, während ein gleiches Volumen atmosphärischer Luft bey gleichen Umständen 0,46005 Gran wiegt. Zum Athemhohlen für Thiere ist diese Luftart ganz untaug-

li-

lich, und diese ersticken darin sehr bald; auch dienet sie nicht zur Unterhaltung der Flamme der verbrennlichen Körper, indem eine brennende Kerze in selbige gebracht sogleich verlöscht; auch ist sie geruch- und geschmacklos; vom Wasser wird sie nicht eingesogen, und durch Waschen damit nicht geändert; mit der atmosphärischen Luft läßt sie sich in allen Verhältnissen vermischen, ohne einen sichtbaren Rauch zu bilden, und ohne zersetzt zu werden.

Anfänglich hielt man das Stickgas für ein Gemisch von reiner Luft und Phlogiston; allein die Erscheinungen, besonders die von der Verminderung des Volumens und des Gewichtes der atmosphärischen Luft bewiesen bald, daß diese Erklärung nicht zureichen wollte. Nachdem aber **Lavoisier** bewies, daß die Stickluft einen Bestandtheil der atmosphärischen Luft ausmachte, so hielt man die Stickluft als eine Zusammensetzung aus Stickstoff und Wärmestoff, und **Lavoisier** behauptete, daß die atmosphärische Luft aus 27 Theilen Sauerstoffluft und aus 73 Theilen Stickluft bestehe; folglich wäre die Stickluft bey weiten der größte Theil der atmosphärischen Luft. **Cavendish** [α]) ließ brennbare und dephlogistisirte Luft in verschlossenen Gefäßen verpuffen, und fand, daß das daraus erzeugte Wasser einen sauren Geschmack hatte, welches mit fixem Alkali gesättiget nach dem Abdampfen einen wahren Salpeter gab. Eben dieß erfolgte, wenn gleich zur Bereitung der reinen Luft keine Salpetersäure sondern Vitriolsäure gebraucht worden war. Zuletzt entdeckte er, daß ein Gemisch von phlogistisirter und dephlogistisirter Luft durch den elektrischen Funken in wahre Salpetersäure verwandelt würde [β]), woraus er folgert, daß die in der Atmosphäre befindliche phlogistisirte Luft nichts anders

α) Philos. transact. 1784. im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte B. III. St. 3. S. 39. u. f.

β) Philos. transact. 1785. Vol. LXXV. p. 372. Vol. LXXVIII. P. II. pag. 26. Ueber die Verwandlung eines Gemisches der dephlogistisirten Luft in Salpetersäure durch Hülfe des elektrischen Funkens von Henry Cavendish; in Grens Journ. d. Physik B. I. S. 282. u. f.

als eine mit Phlogiston gesättigte Salpetersäure sey. Daher nahmen die Antiphlogistiker Veranlassung, das Stickgas als die Grundlage der Salpetersäure zu betrachten, welche aus $\frac{4}{3}$ Sauerstoff und $\frac{1}{3}$ Stickstoff bestehe. Sie stützen ihre Meinung vorzüglich auf den Versuch, daß ein Gemisch von 10 Theilen Stickgas und 36 Theilen Sauerstoffgas durch den elektrischen Funken in Salpetersäure verwandelt werde. Unfehlbar würde dieser Versuch einen ganz entscheidenden Beweis ihrer Behauptung abgeben, wenn man nur annehmen könnte, wie wirklich die Antiphlogistiker thun, daß der elektrische Funke bloß mechanisch wirke. Wenn man aber bedenkt, daß sich in einem solchen Falle unmöglich Grundstoff mit Grundstoff zu einem andern von Natur ganz eigenen Körper verbinden könne, so hat man allerdings Grund genug anzunehmen, daß der elektrische Funke chemisch wirke, es sey entweder, daß die elektrische Materie bloß die qualitative Zurückstoßung der Stoffe von beyden verschiedenen Gasarten hervorbrächte, um sich alsdann zu einem Körper von eigener Natur zu verbinden, oder, daß die elektrische Materie selbst zersetzet werde, wobey der eine Bestandtheil die Grundlage der Salpetersäure abgeben könnte. Hieraus sieht man also, daß die Behauptung der Antiphlogistiker auf keinen sichern Gründen beruhe.

Auch ist die Grundlage des Stickgas ein Bestandtheil des Ammoniaks, wie die Antiphlogistiker durch eine zahlreiche Menge analytischer und synthetischer Versuche beweisen. So erhält man beym Verbrennen das Ammoniakgas und Sauerstoffgas Wasser und Stickgas. Es verbindet sich nämlich der Sauerstoff des Sauerstoffgas mit dem Wasserstoff des Ammoniakgas, und bildet Wasser, und der Stickstoff des Ammoniakgas wird durch den Wärmestoff in Stickluft verwandelt. Demnach besteht das Ammoniak aus Stickstoff und Wasserstoff. Das bey der trockenen Destillation und bey der Fäulniß thierischer und vegetabilischer Dinge entstehende Ammoniak ist erst ein Produkt vom Wasserstoff und Stickstoff.

Das

Das Stickgas ist dem Wachsthume der Pflanzen eben so nachtheilig, wie dem Leben der Thiere, und vermindert ihre Reitzbarkeit. Der Herr **von Humboldt** bemerkte, daß die mimosa pudica im Stickgas verwelkte, und bey erschöpften Kräften weniger reitzbar war. Auch die Thiere, welche im Stickgas gestorben sind, geben nach dem Tode auf eben diese Art kein Kennzeichen der Reitzbarkeit von sich. Im Gegentheil ist das Stickgas der grünen Farbe der Pflanzen vortheilhaft, und ersetzt in dieser Rücksicht den Mangel des Lichtes.

Auch führen die Herrn **Lichtenberg** [α]) und **Gren** [β]) an, daß man eine Luftart erhalte, welche in ihrer Beschaffenheit dem Stickgas ähnlich ist, wenn man Wasserdämpfe durch ein irdenes glühendes Pfeifenrohr streichen läßt. Herr **Lichtenberg** hält sie für eine Luftart, die wir noch nicht recht kennen, dem Stickgas wenigstens sehr ähnlich, wo nicht, mechanische Beymischungen abgerechnet, ganz dieselbe. Es bleibt hier immer noch unerklärbar, wo das Stickgas herkomme. Dringt es vielleicht von außen durch das Pfeifenrohr hinein? Was geht mit dem Wasser vor, und welche Veränderungen geschehen am Rohr? Herr **Lavoisier** läugnet überhaupt, daß sich Wasser durch bloßen Wärmestoff in Luft verwandeln lasse, und sieht den Uebergang desselben durch eine gläserne Röhre als bloße Destillation an. Auch scheinen dieß Versuche, welche der Herr **von Hauch** [γ]) mit goldenen, silbernen, porzellanen und gläsernen Röhren angestellet hat, zu bestätigen. Der besondere Umstand, daß bey Gewinnung dieser Stickluft das Glühen des Rohres als nothwendige Bestimmung vorausgesetzt wird, hat die Vermuthung veranlasset, daß der Stickstoff mit dem Lichte in Verbindung stehe. M. s. **Stickstoff**.

α) Erxleben Anfangsgründe der Naturwissenschaft. 1794. 8. S. 214.
β) Systematisches Handbuch der gesammten Chemie Th. I. §. 288.
γ) Grens Journal der Physik. B. VIII. S. 27 f. Chemische Versuche über die Bestandtheile und die Zerlegung des Wassers.

Diese Vermuthung schien sich durch die merkwürdigen Versuche, welche Herr **Göttling** *) über das Leuchten des Phosphors in Stickluft anstellte, noch mehr zu bestätigen. Dieß Leuchten nahm man sonst als ein schwaches Verbrennen an, und glaubte daher, daß es sich im Sauerstoffgas stärker als in gemeiner Luft, und im Stickgas gar nicht zeige. Herr **Göttling** aber fand, daß der Phosphor in dem reinsten Sauerstoffgas gar nicht, im Stickgas hingegen desto lebhafter leuchte. Er erhielt eine Sauerstoffluft, wenn er die Dämpfe der rauchenden Salpetersäure durch ein glühendes Pfeifenrohr schnell durchtrieb, im Gegentheil aber eine Luft, die sich fast wie reine Stickluft verhielt, wenn die Dämpfe langsam durchgeleitet wurden. Im erstern leuchtete der Phosphor nur wenig, in der letztern aber sehr stark. Aus seinen Versuchen glaubte er schließen zu müssen, daß das Leuchten des Phosphors in atmosphärischer Luft nur in so fern Statt fände, als sie Stickluft enthält. Das Leuchten in atmosphärischer Luft war besonders mit Temperaturerhöhung begleitet, da es hingegen in Stickluft, wo es sich doch weit stärker zeigte, ohne alle Wärme war. Sehr unerwartet war es ihm aber, daß durch dieses Leuchten des Phosphors nicht allein das Stickgas in seinem Volumen vermindert, sondern sogar der Phosphor gesäuert wurde. Wenn er nämlich den Phosphor eine Zeitlang in der Stickluft hängen ließ, so ward das Leuchten nach und nach schwächer, und hörte endlich gar auf; zugleich ward aber auch der Posphor feucht geworden. Nahm er diese Feuchtigkeit mit einem Papiere weg, und brachte ihn alsdann wieder in die vorige Stickluft, so leuchtete er abermahls wie zuvor, und überzog sich aufs neue mit Feuchtigkeit. Das Papier, womit diese Feuchtigkeit abgewischt ward, erhielt einen sauren Geschmack. Oeffnete Herr **Göttling** ein solches Glas unterm Wasser, so trat etwas davon hinein. Wenn er alsdann den Phosphor von der Feuchtigkeit reinigte, und ihn wieder in die Stickluft

*) Beyträge zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie auf Versuche gegründet. Weimar 1795. 8.

luft brachte, und darin leuchten ließ, bis er aufhörte, so trat nach dem Oeffnen unterm Wasser noch mehr Wasser hinein. Durch wiederhohlte Operationen fand er, daß allemahl mehr Wasser in das Glas trat, und daraus glaubte er zu schließen, daß durch ein solches Leuchten des Phosphors das Stickgas nach und nach ebenfalls aufgezehret, und der Phosphor gesäuert werde.

Diese Versuche des Herrn **Göttling** sind von mehreren Chemikern wiederhohlet, die Resultate derselben aber mit den des Herrn **Göttling** nicht übereinstimmend gefunden worden. **Eimbke** [α]) bemerkte gar kein Leuchten des Phosphors im Stickgas; **Jäger** und **Scherer** [β]) bemerkten es nur unter gewissen Umständen, aus welchen sich allemahl auf Zutritt vom Sauerstoffgas schließen ließ. **Jäger** [γ]), **Hildebrand** [δ]), **Link** [ε]), **van Mons** [ζ]), **Guiton (Morveau)** [η]), **Berthollet** [θ]) und andere mehr, glaubten aus ihren Versuchen schließen zu können, daß das Leuchten im Stickgas unter keiner andern Bedingung Statt finden könne, als wenn es Sauerstoffgas enthalte, und dieß wurde hierauf als ganz unläugbare Wahrheit angenommen.

Indessen hatte Herr **Göttling** mehrere Versuche, um der Wahrheit in dieser Sache näher zu kommen, angestellet, und legte vorzüglich in seinem Almanach für das Jahr 1798 einige Fragen, das Leuchten des Phosphors im Stickgas betreffend, den Chemikern vor, um sie aufmerksam zu machen, wie viel noch zu berichtigen sey, ehe man noch entscheiden könne, auf welcher Seite die Wahrheit liege, welche er kurz

α) Grens Journal der Physik. B. VIII. S. 366 f.
β) Ueber das Leuchten des Phosphors im atmosphärischen Stickgas. Resultate einiger darüber angestellten Versuche und Beobachtungen, von D. Scherer und D. Jäger, nebst D. Pfaffs Bemerkungen zu Herrn Prof. Göttlings Schrift: Beytrag u. f.
γ) Grens neues Journal der Physik. B. II. S. 455.
δ) Crells chemische Annalen 1796. B. II. S. 411. und 488.
ε) Beyträge zur Physik und Chemie. St. 2. Rostock und Leipzig 1796. S. 121.
ζ) Grens neues Journal der Physik. B. III. S. 326.
η) Ebendas. S. 330.
θ) Ebendas. S. 329.

darauf größtentheils durch seine neuern Erfahrungen beantwortet hat *). Vor allen Dingen scheint ihm aber nothwendig zu seyn, Eigenschaften fest zu setzen, wodurch sich die Stickstoffluft von andern unterscheiden müsse, und woran man ihre Gegenwart erkennen könne. Nach den neuern Grundsätzen der Chemie könnten diese Eigenschaften keine andern als folgende seyn:

1. Muß sie keinen Geruch haben, denn daraus wäre schon zu schließen, daß fremde Theile mit ihr in Verbindung getreten sind.

2. Muß sie mit der atmosphärischen Luft oder auch mit der reinen Sauerstoffluft vermischt keinen Dampf bilden.

3. Müssen Thiere in ihr ersticken und brennende Lichter in ihr verlöschen.

4. Darf sie mit der Salpeterluft keinen rothen Dampf bilden und auch eigentlich keine Verminderung damit zeigen. Dabey macht Herr **Göttling** die Anmerkung, es sey hier die größte Behutsamkeit nöthig, weil die Erfahrung lehre, daß auch die bloße Salpeterluft durch die Behandlung mit Wasser einer Verminderung fähig sey.

5. Darf sie das Kalkwasser nicht trüben.

6. Darf sie sich bey Berührung der Sauerstoffluft nicht entzünden, wenn man sich ihr mit einem brennenden Lichte nähert.

7. Muß der Phosphor in einer schwachen Temperatur darin leuchten; wobey er bemerket, daß man diese Eigenschaft nicht zugestehen wolle, sondern man leite sie aus einem Antheile Sauerstoffgas her, welches noch daran hängt, und mit Schwierigkeiten davon zu scheiden sey.

8. Verdünnte vollkommene Salpetersäure, oder auch vollkommene Salzsäure darf damit keine Dämpfe bewirken.

Aus seinen sehr merkwürdigen Versuchen zieht er zuletzt folgende Resultate:

I.

*) Beytrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie. 2s Stück. Weimar 1798. kl. 8.

1. Die Sauerstoffluft wird beym Verbrennen des Phosphors in einer dazu hinlänglich hohen Temperatur, wenn sie völlig von Stickstoffluft frey ist, ganz verzehrt; doch können dabey Nebenumstände eintreten, welche den Versuch stören, vorzüglich kann eine zu lange Erhitzung nach beendigter Verbrennung zur Erzeugung eines Antheils rückständiger Luft Gelegenheit geben.

2. In einer schwächern Temperatur, ungefähr 13 — 14° Reaum., leuchtet und dampft der Phosphor in einer völlig reinen Sauerstoffluft nicht. Die Sauerstoffluft wird aber dabey zur Stickstoffluft, und dann fängt der Phosphor an, in selbiger zu dampfen und zu leuchten, bis endlich ein Antheil Luft übrig bleibt, die sich eben so verhält wie die Stickluft, worin der Phosphor zu leuchten aufgehöret hat; es muß aber die Vorrichtung dabey so getroffen werden, daß immer neue Lufttheile auf den Phosphor wirken können.

3. Daß durch ruhiges Stehen die reinste Sauerstoffluft ohne Dampf- und Lichtentwickelung einen Antheil Phosphor in sich aufnehmen, oder auflösen kann, ohne ihn zu verbrennen, obgleich vorzüglich die französischen Chemiker behaupten, daß die Stickstoffluft nothwendig sey, den Phosphor aufzulösen, damit ihn die Sauerstoffluft verbrennen könne. Kann nun die Sauerstoffluft den Phosphor ebenfalls auflösen, oder an ihm ohne Lichtentwickelung eine Veränderung hervorbringen, die aber bey der Stickstoffluft mit Lichtentwickelung geschiehet, so kann die Ursache der Lichterscheinung nicht in der Gegenwart der Sauerstoffluft liegen, sondern die Stickstoffluft muß dabey die Hauptrolle spielen.

4. Der Phosphor leuchtet in einer von Sauerstoffluft völlig freyen Stickstoffluft, er wird dabey gesäuert, und in unvollkommene Phosphorsäure verwandelt, die sich in dem Luftraume verbreitet, wo dann der Phosphor aufhöret ferner darin zu leuchten, welches Leuchten aber wieder seinen Anfang nimmt, wenn die Phosphorsäure auf irgend eine Art in vollkommene Phosphorsäure, wo sie nicht mehr gasförmig bleiben kann, verwandelt worden ist.

5. Daß die Stickstoffluft beym Erhitzen des Phosphors eine Neigung erhält, einen größern Raum einzunehmen, als sie vor der Erhitzung einnahm, was auch beym Leuchten aber in einem niedern Grade geschehen kann, und wodurch dann wahrscheinlich die völlige Wegnahme der Stickstoffluft beym Leuchten des Phosphors erschweret wird.

6. In der atmosphärischen Luft leuchtet der Phosphor, die Sauerstoffluft wird dabey ebenfalls zersetzt, weil sie geschickt ist, die dabey durch Hülfe der Stickstoffluft entstandene unvollkommene Phosphorsäure von Zeit zu Zeit in vollkommene umzuändern, bis endlich ein Antheil Stickstoffluft übrig bleibt, in die selbst ein Antheil Phosphor, in einem Zustande der unvollkommenen Phosphorsäure eingetreten ist, die hernach das fernere Leuchten hindert.

7. Daß das Leuchten des Phosphors in der Stickstoffluft, worin der Phosphor zu leuchten aufgehöret hat, wieder seinen Anfang nehmen kann, wenn man Sauerstoffgas hinzusetzt. Daß aber nur allein die zugesetzte Sauerstoffluft durch dieses Leuchten wieder weggenommen werde, ohne daß die Stickluft dabey an Menge abnehme, scheint Herrn **Göttling** nur scheinbar, und nicht nur in der Neigung der mehreren Ausdehnbarkeit der rückständigen Luft (N. 5.), sondern auch in der neuen Entstehung eines Antheils Stickstoffluft durchs Leuchten nur sehr langsam zersetzet wird, und man immer nur mit kleinen Mengen mit dieser Luft operiren kann, so ist es leicht möglich, daß dieselbe Menge Stickstoffluft durch Hülfe der Sauerstoffluft wieder entstehet, welche durchs Leuchten weggenommen worden war.

8. Daß durchs Verbrennen des Phosphors in der atmosphärischen Luft die Sauerstoffluft weggenommen werde; wird aber der Phosphor ferner darin erhitzt, so geht er entweder als unvollkommene Phosphorsäure, dampfförmiger Phosphor, oder auch in einem Zustande, wo er sich dem phosphorischen Wasserstoffgas nähert, mit dem rückständigen Luftraume in Verbindung, und hindert das fernere Leuchten in dieser Luft.

9.

9. Kann die Luft, welche, nachdem der Phosphor in der atmosphärischen Luft oder auch in der Stickstoffluft zu leuchten aufgehöret hat, durch Mittel, die den darin befindlichen Phosphor zu zerstören geschickt sind, wieder in den Zustand versetzet werden, wo sie das Leuchten bewirken kann; sie wird aber dann durchs Leuchten des Phosphors in ihr, wieder aufs neue in den Zustand zurückgebracht, wo sie das Leuchten nicht mehr zu bewirken im Stande ist.

10. Daß es Fälle gibt, wo die Luft nicht das Leuchten an dem Phosphor hervorzubringen im Stande ist, ob es gleich ihr an Sauerstoffluft nicht fehlt, und es eben daher noch lange nicht erwiesen ist, ob die Sauerstoffluft hierzu unumgänglich nothwendig sey.

11. Daß es durch die Versuche, welche andere darüber angestellet haben, noch lange nicht dargethan ist, daß der Stickstoffluft die Eigenschaft, das Leuchten hervorzubringen, nicht zukomme, indem diese Luft durch den Phosphor verunreiniget und dann den Phosphor in sich leuchten zu lassen, unfähig wird.

12. Daß man noch auf keine Art Stickstoffluft habe hervorbringen können, worin der Phosphor nicht anfangs geleuchtet habe, ehe er mit ihr in eine eigene, noch nicht hinlänglich bekannte Verbindung (unvollkommene Phosphorsäure) getreten sey.

13. Daß in der Verunreinigung der Stickstoffluft durch Phosphor wahrscheinlich der Grund liege, warum die völlige Wegnahme derselben so große Schwierigkeiten mache.

14. Daß die Sauerstoffluft durch den Einfluß der Ursache des Lichtes allerdings in den Zustand der Stickstoffluft übergehen könne. Herr **Göttling** fand nämlich, daß wenn man die Sauerstoffluft in Blasen füllte, und solche durch ein glühendes Pfeifenrohr streichen ließ, sich solche nach und nach ebenfalls in Stickgas umändere. Hieraus ließe sich auch erklären, wie es zugehe, daß Wasserdämpfe durch ein glühendes Pfeifenrohr gelassen in Stickstoffluft verwandelt werde. D. **Scherer** ist dagegen der Meinung, daß die

die Sauerstoffluft in diesen Fällen durch das Rohr hindurch gegangen sey, und daß die Blasen keine ganz luftdichte Hüllen seyn, wo dann die atmosphärische Luft hindurchdringe, und das Gleichgewicht ersetze. Herr **Göttling** erwiedert darauf, daß man hierin sehr leicht das Sonderbare finden werde. Das Durchdringen der Sauerstoffluft durch die Pfeifenröhre sey hier durch nichts erwiesen, und von der Blase sey es ja bekannt genug, daß keine Luft hineinzutreten brauche, um sich mit der innern Luft ins Gleichgewicht zu setzen, weil sie nach und nach, so wie die Luft aus ihnen herausgetrieben wird, zusammenfallen. Sey aber auch schon ein Beyspiel vorhanden, daß in dem Augenblicke, wo die Luft durch die Hitze aus einem Gefäße herausgetrieben wird, die andere hineintrete? dieß müßte doch hier geschehen. Oder die Blasen hätten so lange, bis die Sauerstoffluft sich alle entfernet hätte, zusammenfallen müssen, und dann, wenn die atmosphärische Luft hineingedrungen wäre, hätten sich solche erst wieder aufblähen, ja sie hätten sich nach und nach beyde mit Stickluft füllen müssen.

15. Daß, wenn sich auch das Leuchten des Phosphors in der Stickstoffluft, und die völlige Wegnahme derselben durch den Prozeß des Leuchtens nicht bestätigen sollte, doch seine Theorie dabey völlig bestehen könne, und es dessen ungeachtet erwiesen sey, daß die Grundlage der Stickstoffluft und der Sauerstoffluft eine und dieselbe sey, weil im entgegengesetzten Falle die Sauerstoffluft bey der Wirkung auf den Phosphor nicht zur Stickluft werden könne.

16. Daß die Operation des Leuchtens und des Verbrennens wesentlich von einander zu unterscheiden sey; denn beym Leuchten des Phosphors in der reinen Sauerstoffluft entsteht Stickstoffluft; hingegen beym Verbrennen wird der ganze Luftraum weggenommen, wenn die Sauerstoffluft völlig von Stickstoffluft frey war.

Gas, phosphorisches, Phosphorluft, gephosphortes Wasserstoffgas, gasförmiger phosphorisirter Wasserstoff (gas phosphoricum, mephitis phosphorica,

phorica, gas hydrogenium phosphorisatum, gas ou air phosphorique, hydrogène phosphorisé) ist eine eigene mephitische Gasart, welche gewöhnlich aus dem Phosphor erhalten wird, wenn selbiger mit einer ätzenden Lauge vom feuerbeständigen Alkali gekocht wird.

Gengembre *) beschrieb dieses Gas zuerst, welches er bey der Auflösung des Harnphosphors in ätzenden, feuerbeständigen Laugensalzen erhielt, wenn er diese Auflösung bey gelindem Feuer destillirte, und das übergehende mit Quecksilber auffing. Um dieses Gas bequem und ohne Gefahr zu entwickeln, muß man so wenig als möglich atmosphärische Luft in die Gefäße einschließen. Zu dem Ende nehme man eine kleine zinnerne oder irdene Retorte von etwa zwey Unzen Inhalt, schütte auf einen Theil Phosphor in derselben etwa 12 Theile einer starken ätzenden Lauge von Gewächsalkali, so daß nur wenig Luft eingeschlossen bleibt; man stecke einen Kork fest auf, durch welchen eine gekrümmte gläserne Röhre geht, die höchstens $1\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser hat, und deren anderes Ende unter den Trichter der mit Wasser gefüllten Wanne des pneumatischen Apparats tritt, und erhitze die Flasche allmählig im Sandbade durch Lampenfeuer bis zum Kochen der Lauge. So wie sie anfängt heiß zu werden, entwickelt sich auch sogleich dieses Gas. Sorgfältig hat man sich dabey zu hüten, daß es sich nicht bey Berührung der anfänglich eingeschlossenen atmosphärischen Luft in den Gefäßen entzünde, wodurch starke Explosionen entstehen, die die Gefäße zerschmettern.

Das Phosphorgas ist von einem sehr unangenehmen, gleichsam fauligen Geruche; zum Athemhohlen ist es ganz untauglich und den Thieren tödtend; bey Berührung der atmosphärischen Luft entzündet es sich mit einer Explosion und einem lebhaften Knalle. Läßt man die Luftblasen aus dem Wasser

*) Ueber eine neue Luft, welche man durch die Wirkung von Laugensalzen auf Kunkels Phosphor erhält; aus dem mém. présent. To. X. S. 651. f. übers. in Crells chemischen Annalen 1789. B. I. S. 450.

Wasser an die ruhige atmosphärische Luft treten, so verbrennen sie von selbst mit einem Knalle, und der weiße Rauch, welchen sie zurücklassen, steigt in Gestalt horizontal liegender, sich immer mehr erweiternder Ringe in die Höhe. Läßt man die Blasen dieses Gas zu atmosphärischer Luft unter einem hinlänglich weiten Cylinder, welcher mit Wasser gesperrt ist, treten, so wird der nach der Entzündung übrig bleibende Rauch vom Wasser eingesogen, und das Wasser wird phosphorsauer. Ist der Cylinder mit Kalkwasser gesperrt, so wird dieß vom eingesogenen Rauche niedergeschlagen; und der Niederschlag ist phosphorsaure Kalkerde. Wegen der Gefahr des Zersprengens des Glases muß man aber Sorge tragen, daß nicht viel Phosphorgas zu einer großen Menge atmosphärischer Luft gelassen werde. Wenn man Sauerstoffluft mit diesem Gas in Berührung bringt, so ist die Explosion noch weit stärker, so daß es gefährlich seyn würde, beyde Gasarten in einem gläsernen Gefäße mit einander zu vermischen. Vom Wasser wird dieses Gas nicht aufgelöset, und an und für sich trübet es weder das Kalkwasser, noch röthet es die Lakmustinktur.

Nach dem antiphlogistischen Systeme ist die Basis dieser Gasart Wasserstoff und Phosphor. In der Berührung mit der Sauerstoffluft haben der Wasserstoff und der Phosphor eine nähere Verwandschaft zum Sauerstoffe, als sie unter sich haben, mithin zersetzen sie die Sauerstoffluft plötzlich, und verbrennen mit Explosion, das Produkt dieses Verbrennens ist also Feuer, Wasser, und Phosphorsäure.

Statt der ätzenden feuerbeständigen Alkalien kann man auch nach **Raymond** *) gebrannten Kalk mit Wasser zur Bereitung dieses Gas anwenden. Man nimmt nämlich zwey Unzen frischen an der Luft zerfallenen, gebrannten Kalk, ein Quentchen in kleine Stücken zerschnittenen Phosphor, und

*) Ueber eine leichtere Bereitungsart der Phosphorluft; aus den annal. de chimie To. X. 1791. 8. p. 19. übers. in Grens Journal d. Physik. B. VI. S. 157.

und eine Unze Wasser, bringt dieses zusammen in den vorhin angegebenen Apparat, und läßt alles darin zusammen kochen.

Aus der Wirkung des gephosphorten Wasserstoffgas mit der atmosphärischen Luft erklären die Antiphlogistiker die Irrlichter, Sternschnuppen u. s. f.

Gas, salpeterartiges, Salpeter, salpeterartige oder Salpeterluft, nitröse Luft, Salpeter halbsaures Gas (gas nitrosum, aër nitrosus, mephitis nitri phlogistica, gas ou air nitreux) ist eine eigene mephitische und mit Wasser nicht mischbare Gasart, welche aus den Dämpfen der dephlogistisirten Salpetersäure erhalten wird.

Schon van **Helmont** [α]) führet ein Gas an, welches bey der Auflösung des Silbers im Scheidewasser in die Höhe steige und die Gefäße zersprenge. **Hales** [β]) aber kannte die Eigenschaften dieses Gas noch viel genauer. Er suchte es aus waltoner Kießen durch Scheidewasser zu gewinnen, und entdeckte, daß es mit gemeiner Luft vermischt einen orangefarbenen Dampf gab, und daß dabey ein großer Theil der Luft verschluckt wird. Indessen ist man doch die verbesserte Bereitung und die Kenntniß der Wirkungen dieses Gas dem **Priestley** [γ]) schuldig; dieser wurde beym Lesen in des D. **Hales** Werke vorzüglich darauf aufmerksam, glaubte jedoch anfänglich, daß dieses Gas allein aus Kießen von Walton gewonnen werden könne. Es traf sich aber nachher, daß er im Jahre 1772 zu London mit **Cavendish** davon sprach, welcher zu ihm sagte, daß wahrscheinlich die Röthe der Mischung allein von dem Salpetergeiste abhinge, und daß man dasselbe Gas auch aus andern Kießen, ja selbst aus Metallen erhalten könne. Hierauf stellte auch wirklich **Priestley** den ersten Versuch mit einer Auflösung von Messing am 4ten Jun. 1772 an, und entdeckte diese merk-

α) De flatibus §. 67.

β) Statical essays Vol. I. p. 224. Vol. II. p. 208. Statik der Gewächse. Halle 1747. 8. S. 128. 224.

γ) Versuche und Beobachtungen über verschied. Gatt. der Luft. Bd. I. S. 105. f.

merkwürdige Gasart, welcher er den Nahmen **salpeterartiger Luft** gab.

Wenn Salpetersäure mit der atmosphärischen Luft in Berührung kömmt, so steiget sie in rothen Dämpfen auf, welche vom Wasser leicht verschluckt, und wieder in eine wahre Salpetersäure verwandelt werden. Eben die Dämpfe zeigen sich auch, wenn Scheidewasser auf Metalle gegossen wird, welches diese angreifet und auflöset. Alle diese Dämpfe lassen sich bey Ausschließung der Luft in wirkliche luftförmige Gestalt durch Hülfe der Wärme und des pnevmatisch-chemischen Apparats darstellen. **Fontana** *) hat hierüber vorzügliche Versuche angestellet.

Es läßt sich zwar das Salpetergas aus allen leicht entzündlichen Körpern vermittelst der concentrirten Salpetersäure bereiten; allein wenn dergleichen Körper kohlensaure Grundlage in ihrer Mischung enthalten, so nimmt diese den Sauerstoff der Salpetersäure auf, und entweicht als kohlensaures Gas zugleich mit dem Salpetergas. Wenn man also das Salpetergas ziemlich rein erhalten will, so muß man zur Bereitung desselben solche Substanzen wählen, welche keinen Kohlenstoff enthalten. Am besten dienen dazu Metalle. Man bereitet es vorzüglich auf folgende Art: man füllet eine kleine Entbindungsflasche ganz mit Kupfer- oder Messingdraht an, gießt verdünnte Salpetersäure, welche aus einem Theile concentrirter Salpetersäure und 3 Theilen Wasser gemacht ist, hinein, so daß keine atmosphärische Luft im Glase zurückbleibt, und verbindet die Flasche gehörig mit der pnevmatischen Geräthschaft. Das Metall löst sich unter Aufbrausen in der Säure auf, und es tritt eine große Menge von Luft durch die Seitenröhre der Flasche aus, welche man auffängt, nachdem man die ersten Portionen hat weggehen lassen.

Das

* Richerche fisiche sopra l'aria fissa etc. Firenze 1774. Physik. Untersuchung über die Natur der Salpeterluft, der vom Brennbaren beraubten Luft und der fixen Luft; übers. von Wasserberg. Wien 1777. 8. S. 11. ff.

Das gewonnene Salpetergas ist farbenlos, hat, so lange die atmosphärische oder dephlogistisirte Luft von ihm ausgeschlossen bleibt, keine Spur einer Säure an sich, schmeckt nicht sauer und färbt weder die Lakmustinktur noch den Veilchensyrup roth; wenn es aber die atmosphärische Luft berühret, so verwandelt es sich in rothe Dämpfe, wie rauchender Salpetergeist, welche alle Kennzeichen der Salpetersäure besitzen. Zum Athemhohlen der Thiere ist es ganz untauglich, sondern tödtet sie augenblicklich; auch zur Unterhaltung des Feuers dient es nicht, und ein Licht verlöscht sogleich darin; dem Wachsthum der Pflanzen ist es hinderlich, und diese verbleichen und sterben vielmehr darin ab. Mit Wasser verbindet es sich nicht, und wird auch durchs Schütteln keinesweges zu respirabler Luft, wie **Priestley** behauptet; das Kalkwasser trübt es nicht, widerstehet aber der Fäulniß ungemeln stark: obgleich die darin aufbewahrten Körper hernach bey Berührung der atmosphärischen den Geruch der Salpetersäure erhalten. Die auffallendste und wichtigste Erscheinung dieser Gasart nimmt man bey der Berührung mit respirabler Luft gewahr; wenn man nämlich unter einem Glascylinder, der das Salpetergas mit Wasser gesperrt enthält, atmosphärische Luft treten läßt, so entstehen sogleich röthlich-gelbe Nebel unter Erwärmung und eine Verminderung des Volumens beyder Luftarten; das Wasser steigt in dem Cylinder höher, und wird nun zur Salpetersäure. Wenn man auf diese Weise beyde Luftarten mit einander im gehörigen Verhältnisse vermischt hat, so bleibt zuletzt bloß noch das Stickgas der atmosphärischen Luft übrig. Gewöhnlich braucht man 16 Maß atmosphärischer Luft, um $7\frac{1}{3}$ Maß Salpetergas völlig zu zerstören. Wenn man statt der atmosphärischen Luft reine Luft gebrauchet, so ist die Röthung und Erhitzung weit beträchtlicher. Nach **Lavoisier** gebrauchet man nur vier Theile dephlogistisirter Luft, um $7\frac{1}{3}$ Theil Salpeterluft ganz zu zersetzen, und der Rückstand beträgt nur noch $\frac{1}{12}$ des Raums der angewandten dephlogistisirten Luft. **Priest-**

ley fand sogar einmahl, daß bey der Vermischung von zwey Maß nitröser und ein Maß dephlogistisirter Luft nach der Verminderung nur $\frac{3}{100}$ Maß übrig blieb. Wären beyde Luftarten völlig rein, so würde auch bey der Vermischung derselben im gehörigen Verhältnisse ein gänzliches Verschwinden desselben erfolgen. Allein schwerlich sind die Sauerstoffluft und das Salpetergas ganz von allem Stickgas rein zu erhalten, welches alsdann übrig bleibt.

Die rothen Nebel, welche bey diesen Versuchen entstehen, sind salpetrige Säure, welche nach und nach in Salpetersäure übergehet, und vom Wasser eingesogen wird. Es wird also aus Sauerstoffgas und Salpetergas Salpetersäure, und jene beyden Luftarten hören auf zu seyn.

Die irrespirabeln Luftarten zersetzen die Salpeterluft ganz und gar nicht, sondern sie bleiben mit dieser in einem völlig luftförmigen Zustande verbunden, und selbst vermindert sich dadurch ihr Umfang nicht. Je reiner hingegen die respirable Luft ist, desto stärker ist die Verminderung, welche sie durch Beymischung des Salpetergas erleidet. Die Größe dieser Verminderung hat man daher zum Maßstabe der Reinigkeit und Heilsamkeit der atmosphärischen angenommen; von den Werkzeugen hierzu, um die verminderte Größe zu messen, s. m. den Artikel **Eudiometer**.

Was die Natur des Salpetergas betrifft, so war man vormahls geneigt zu glauben, daß es aus Salpetersäure und Phlogiston bestehe. Dieß war die Meinung des **Priestley**, **Fontana**, **Scheele**, **Bergmann** u. and. Hierzu fügen noch diejenigen, welche Wasser für die Basis aller Luftarten annehmen, dasselbe hinzu. Allein, da es wohl nicht zu bezweifeln ist, daß reines Salpetergas mit reiner Sauerstoffluft im gehörigen Verhältnisse mit einander vermischt, das Luftvolumen ganz und total eben so zernichten, wie die reine Sauerstoffluft beym Verbrennen des Phosphors verzehret wird, so sieht man, daß das Salpetergas unmöglich Phlogiston enthalten könne, weil sonst allemahl bey der

Ver-

Vermischung desselben mit dephlogistisirter Luft phlogistisirte Luft zurück bleiben müßte.

Nach dem antiphlogistischen Systeme hat die Salpeterluft mit der Salpetersäure einerley Grundlage, nämlich Stickstoff und Sauerstoff. Nur das Verhältniß ist in beyden verschieden. Im Salpetergas befinden sich 32 Theile Stickstoff und 68 Theile Sauerstoff; in der Salpetersäure aber 20,5 Theile Stickstoff und 97,5 Theile Sauerstoff. Ueberhaupt ist der Stickstoff fähig, mit dem Sauerstoff Verbindungen in verschiedenen Graden einzugehen; daher entstehen auch verschiedene Produkte. Die gesättigte Verbindung des Stickstoffes mit dem Sauerstoffe gibt **Salpetersäure**, die minder gesättigte die **unvollkommene Salpetersäure**, welche Herr **Gren** salpetrige Säure nennt; ein noch minderer Grad der Oxidirung macht die Grundlage des Salpetergas, und der mindeste die Basis des **sauerstoffhaltigen Stickgas.**

Das Salpetergas zeigt sich noch nicht als Säure, es hat aber eine starke Neigung, mehr Sauerstoff aufzunehmen, und durch eine solche Verbindung wird der Stickstoff erst zur salpetrigen Säure.

Ein Cubikzoll Salpetergas wiegt bey 10° Reaum. und 28 Zoll Barometerhöhe 0,5469 Gran. Sein specifisches Gewicht verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 547 : 468.

Hieraus läßt sich nun die Entstehung des Salpetergas aus der Auflösung des Metalls in Salpetersäure und die Verminderung des Volumens der Mischung des Salpetergas mit respirabler Luft leicht erklären. Das Metall zersetzt nämlich bey der Auflösung in Salpetersäure einen Theil von letzterer, entzieht ihr Sauerstoff, und bildet sich mit dem durch die Auflösung erzeugten Wärmestoffe zum Salpetergas, das nun nicht mehr als Säure wirkt, und andere Eigenschaften zeigt. Bey Berührung des Salpetergas mit respirabler Luft verbinden sich die Grundlagen beyder Luftarten

mit einander und bilden unter Entlassung ihres gebundenen Wärmestoffs wieder Salpetersäure.

Nach Herrn **Gren** [α]) wird der Salpetersäure durch die Zersetzung eines Antheils derselben von dem Metall bey der Auflösung Sauerstoff entzogen, dagegen tritt das Metall Brennstoff ab, und bringt dadurch die Salpetersäure in einen veränderten Zustand, wobey sie in der Temperatur unserer Atmosphäre luftförmig erscheinet, und die übrigen Erscheinungen zeiget. Hiernach enthält die Basis des Salpetergas außer Brennstoff das Radikal der Salpetersäure; indessen enthalte sie dasselbe noch nicht rein, sondern selbst in Verbindung mit einem Antheile Sauerstoff, welcher aber nicht hinreichend sey, das Radical in den Zustand einer Säure zu bringen. Daher werde der Salpetersäure durch das Metall nicht aller, sondern nur der größte Theil des Sauerstoffes entzogen, und die Basis des Salpetergas bestehe demnach aus Brennstoff, dem Radical der Salpetersäure und etwas Sauerstoff.

Herr **Milner** [β]) hat einen für die Antiphlogistiker sehr günstigen Versuch mit Salpetergas angestellt, woraus sie mit Gewißheit zu folgern glauben, daß der Stickstoff einen Bestandtheil des Salpetergas ausmache. Er ließ nämlich Salpetergas durch einen glühenden Flintenlauf streichen, dadurch sich alsdann das Gas ganz in Stickluft verwandelte. Nach der Meinung der Antiphlogistiker verbindet sich hierbey der Sauerstoff des Salpetergas mit dem Eisen, das dadurch verkalkt wird; der frey gemachte Stickstoff aber bildet mit Wärmestoff das Stickgas. Allein nach Herrn **Görtlings** neuern Versuchen entsteht hier vielmehr Stickstoffluft durch Einwirkung des Lichtes. Es bleibt daher die Erklärung der Antiphlogistiker noch vielen Zweifeln unterworfen.

Dem

α) Grundriß der Naturlehre. Halle, 1797. 8. §. 1014.
β) Philos. transact. Vol. LXXIX. 1789. p. 300. übersetzt in Grens Journal der Physik. B. III. S. 83 u. f.

Dem Herrn **van Marum** *) ist es gelungen, eine Zerlegung des Salpetergas durch den elektrischen Funken zu bewirken, welches er in einer Röhre über ätzender alkalischer Lauge eingeschlossen hatte. Bey fortgesetztem Elektrisiren wurde von der Lauge etwa $\frac{3}{4}$ vom Salpetergas verschluckt. Nachdem er nun ein Papier in die Lauge eintauchte, und es alsdann verbrannte, so gab es durch Knistern zu erkennen, daß sich eine beträchtliche Menge Salpetersäure in selbige begeben hatte. Durch Beymischung der atmosphärischen Luft mit der rückständigen Luft ging bey eudiometrischer Prüfung keine Verminderung des Volumens vor sich, sondern es zeigte sich vielmehr diese rückständige Luft durch alle Proben als Stickluft. Nachher zeigte sich auch, daß die bloße Lauge ohne Funken eben dieselbe Verwandlung, wiewohl viel langsamer, bewirke. Herr **van Marum** scheint geneigt, hieraus gegen das neue System zu schließen, daß das Salpetergas eine bloße Mischung aus Salpetersäure und Stickgas sey, weil der elektrische Funke bloß mechanisch wirke, und es in diese Bestandtheile zerlege. Allein dieser Versuch kann für keines von beyden Systemen entscheiden, weil er auch nach dem antiphlogistischen System erkläret werden kann. Im Salpetergas sind nämlich ungefähr 2 Theile Sauerstoff und 1 Theil Stickstoff. Diese zwey Theile Sauerstoff können nur $\frac{1}{2}$ Theil Stickstoff bis zur vollkommenen Salpetersäure sättigen und mit der Lauge verbinden; der übrige halbe Theil Stickstoff bleibt also ohne Sauerstoff mit bloßem Wärmestoffe vereiniget, mithin als Stickgas zurück.

Die Bildung der Grundlage des Salpetergas ist aber noch nicht der erste Grad der Säurung des Radicals der Salpetersäure, sondern es gibt noch einen niedrigern. Wenn man nämlich Salpetergas über angefeuchtetem Eisenfeil oder angefeuchteter Schwefelleber stehen läßt, so erleidet es eine Verminderung seines Volumens von etwa $\frac{2}{3}$, und erhält ganz andere Eigenschaften, als es vorher besaß. Dieß noch

 rück-

*) Prem. continuation des expériences faites par le moyen de la machine Teylerienne. Haarlem, 1787. 4 maj.

rückständige Gas, welches **Priestley** entdeckte, und ihm den Nahmen **dephlogistisirte Salpeterluft** gab, haben die holländischen Gelehrten weiter untersuchet, und es als **gasförmige azotische Halbsäure** (oxide gaseux d'azote) betrachtet *). Herr **Gren** nennt dieses Gas **sauerstoffhaltiges Stickgas** (gas azotosum).

Die holländischen Gelehrten haben an diesem Gas folgende Eigenschaften wahrgenommen; eine Kerze brennt in selbigem mit verstärkter und lebhafter Flamme; glimmendes Docht wird darin wieder von selbst zur flammenden Entzündung gebracht; sein Umfang erleidet durch Vermischung von respirabler Luft oder Salpetergas keine Verminderung, und bringt damit keine rothen Dämpfe zu Wege. Vom Wasser wird es verschluckt, und brennt mit etwas brennbarem Gas vermischt mit Explosion ab; brennender Phosphor, Schwefel und Kohle verlöschen und Thiere ersticken darin.

Man kann dieses Gas auch durch Auflösungen gewinnen. So gibt die Auflösung des Eisens in einer Mischung von Schwefelsäure und Salpetersäure, beyde mit Wasser verdünnt, zuerst brennbares Gas, nachher azotische Halbsäure und zuletzt gemeines Salpetergas. Ferner gibt die Auflösung des Zinks in der mit vielem Wasser verdünnten Salpetersäure vom Anfange der Operation, und noch ehe die Auflösung braun wird, sehr reine azotische Halbsäure. Auch gewinnt man es in großer Menge durch Erhitzung des salpetersauren Ammoniacks.

Nach der Berechnung befinden sich in 100 Theilen azotischer Halbsäure 37 Theile Sauerstoff und 63 Theile Stickstoff. Es läßt sich daraus erklären, wie dieses Gas aus dem Salpetergas entstehen kann. Es wird nämlich der Basis des Salpetergas noch Sauerstoff entzogen, jedoch aber nicht aller,

*) Ueber die Natur des von Priestley so genannten dephlogistisirten Salpetergas oder der gasförmigen azotischen Halbsäure, von J. R. Deimann, Paets van Troostwyk, P. Niewland, N. Bondt und A. Lauwernburgh; aus dem journal de phys. Tom. XLIII. p. 321 sqq. übers. in Grens neuem Journal der Physik. B. I. S. 243 f.

aller, welchen sie enthält, und nach Herrn **Gren** dagegen noch mehr Brennstoff mitgetheilet, dadurch bildet nun das Radical der Salpetersäure, mit noch weniger Sauerstoff verbunden, die Basis einer andern vom Salpetergas verschiedenen Gasart.

Die Auflösungen von Eisen, Zinn und Zink in concentrirter Salpetersäure geben bloß Salpetergas. Wenn aber hierzu Wasser kömmt, so säuren sich diese Metalle bloß auf Kosten des Wassers, es entsteht brennbares Gas und Salpetergas; ersteres ziehet den Sauerstoff des letztern an, und verwandelt dieses in azotische Halbsäure. Das salpetersaure Ammoniak enthält Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff; durch die Erhitzung aber werden die Verwandtschaften geändert; ein Theil Sauerstoff verbindet sich mit Wasserstoff zu Wasser, und es bleibt daher weniger Sauerstoff mit mehr Stickstoff verbunden als azotische Halbsäure.

Obgleich sonst der Stickstoff den enthaltenen Sauerstoff an verbrennliche Körper sehr leicht abtritt, so hält er doch denjenigen Antheil vom Sauerstoff, womit er die azotische Halbsäure bildet, so fest, daß er weder von dem Phosphor, Kohle und Schwefel, noch durch Schwefelleber und durch salzsaures Zinn angezogen werden kann. Daher erkläret es sich, daß weder Phosphor, noch Kohle, noch Schwefel in diesem Gas fortbrennen können. Unter allen verbrennlichen Körpern ist aber der Wasserstoff der einzige, welcher diesen Antheil Sauerstoff vom Stickstoffe zu trennen, mithin die azotische Halbsäure zu zersetzen vermag. Dieserwegen brennen die Kerzen in diesem Gas, in so fern sie Wasserstoff enthalten, und dieß ist der Grund der verstärkten Flamme der Lichtkerzen.

Sollen aber Thiere in einer Gasart athmen, so muß ihr Kohlenstoff Sauerstoff darin finden, mit welchem er sich vereinigen kann. Weil nun der Sauerstoff der azotischen Halbsäure eine größere Verwandtschaft mit der Basis hat, als mit dem Kohlenstoff, so sterben auch die Thiere darin.

Es ist also das Radical der Salpetersäure mehrerer Grade der Säurung fähig. Der erste oder niedrigste Grad ist die Basis der azotischen Halbsäure, der zweyte die Basis des Salpetergas, der dritte die salpetrige Säure und der vierte und letzte die Salpetersäure.

Gas, salpetersaures, salpetersaure Luft, phlogistisirte Salpetersäure, Salpeterdämpfe, unvollkommene Salpetersäure in Dampfgestalt (gas acidum nitrosum, acidum nitri phlogisticatum, mephitis acida nitri, gas ou air acide-nitreux). Es ist dieses eigentlich gar kein Gas zu nennen, und ist im Grunde nichts weiter als die salpetrige Säure (acide nitreux). Wenn man nämlich die Salpeterdämpfe mit der atmosphärischen Luft in verschlossenen Gefäßen vermischt, so verlieren sie nach und nach ihre Röthe, werden klar und durchsichtig, und eben diese ungefärbte Mischung der Salpeterdämpfe mit der atmosphärischen Luft in verschlossenen Gefäßen betrachtet man als das salpetersaure Gas. Sobald aber diese Luft mit dem Wasser in Berührung kömmt, so wird sie von diesem sogleich eingesogen.

Diese Dämpfe erhält man durch Erhitzung der reinen Salpetersäure, durch Auflösung einiger Metalle in Salpetersäure u. s. w. Fängt man sie vermittelst des pneumatisch-chemischen Apparats über Quecksilber auf, so verlieren sie ebenfalls ihre Röthe, wenn auch keine atmosphärische Luft dazu kömmt.

Dieß Gas färbt die Lakmustinktur roth, die Mennige weiß. Mit dem Wasser brauset es, und macht mit demselben ein schwaches, rothes, dampfendes salpetersaures Gas.

Gas, salzsaures, kochsalzsaures; seesaure, kochsalzsaure Luft, luftige Salzsäure, Kochsalzsäure (gas muriaticum, aër muriaticus, aër acidus salinus s. marinus, mephitis muriatica, gas acidum muriaticum, gas ou air acide-marin, gas acide muriatique) ist nichts weiter als die Kochsalzsäure in Luftgestalt.

Cavendish nahm wahr, daß er eine Luftart erhielt, welche sogleich vom Wasser eingesogen wurde, wenn er Kochsalzsäure auf Kupfer gegossen hatte. Diese Beobachtung gab **Priestley** Veranlassung, mehrere Versuche mit Aufgüssen von verschiedenen Säuren auf Metalle anzustellen, und er entdeckte, daß der Dampf, welcher sich bey Vermischung des gemeinen Salzes mit Schwefelsäure erzeugt, in luftförmiger Gestalt dargestellet werden könne.

Man erhält das salzsaure Gas am besten auf folgende Art: man bringt zwey Theile Kochsalz in eine gläserne Tubulatretorte mit einem langen Halse, welche in einem erwärmten Sandbade liegt, trägt hierzu nach und nach einen Theil sehr concentrirter Schwefelsäure, und bringt die Mündung der Retorte unter den Trichter der mit Quecksilber angefüllten Wanne, wo eine wirklich permanent elastische, durchsichtige, farbenlose Flüssigkeit als Luftblasen in die mit Quecksilber gefüllten Vorlagen in die Höhe steigt. Man gewinnt auch dieses Gas sehr bequem, wenn man reine Salzsäure in einem Kolben erhitzt, und die aufsteigenden Dämpfe im Quecksilberapparat auffängt. Der rauchende, sehr concentrirte Salzgeist gibt schon von selbst Dämpfe von sich, welche alle Eigenschaft des salzsauren Gas an sich tragen.

Dieses Gas verliert seine luftförmige Gestalt sogleich bey Vermischung mit respirabler Luft, und verwandelt sich unter Erwärmung in weißgrauen Nebel, wobey auch eine Verminderung des Volumens der respirablen Luft vorgehet. Je feuchter die respirable Luft ist, desto stärker sind die entstehenden Nebel. Von Geschmack ist es sehr sauer und hat den Geruch des rauchenden Salzgeistes; den Veilchensyrup und die Lakmustinktur röthet es sogleich; es tödtet die Thiere sogleich, löscht die Lichter aus, doch mit dem Umstande, daß die Flamme vor ihrem Verlöschen, und in dem Augenblicke, da man sie wieder anzündet, eine schöne grüne oder hellblaue Farbe annimmt. Das Kalkwasser trübt es nicht, sondern verwandelt es vielmehr in salzsauren Kalk. Die ätzenden Alkalien nehmen es mit Erwärmung in sich

 auf,

auf, und werden damit zu salzsauren Neutralsalzen. Vom Wasser wird es augenblicklich in großer Menge und mit Erhitzung eingesogen. Nach **Priestley** nehmen $2\frac{1}{3}$ Gran Regenwasser drey Unzenmaße salzsaure Luft in sich. Durch diese Anschwängerung wird das Wasser sauer, und endlich zum stärksten rauchenden Salzgeiste, wenn es ganz mit dieser Luft gesättiget ist. Daher läßt sich bey seiner Bereitung das Wasser nicht zum Sperren anwenden. Durch diese Sättigung vergrößert sich das Volumen des Wassers um ein Drittel, und sein Gewicht verdoppelt sich; das Eis schmelzt hierin sehr schnell, und das Gas wird augenblicklich verschluckt. Das salzsaure Gas und das Ammoniakgas vernichten sich beym Zusammentreffen sogleich; es entsteht dabey eine weiße Wolke unter Erwärmung, und beyde bilden zusammen einen wahren Solmiak, welcher sich an die Wände der Gefäße oder über Quecksilber absetzet, welches man zum Sperren gebrauchet. Es ist beträchtlich schwerer als die atmosphärische Luft, und verhält sich nach **Fontana** gegen diese wie 1,698:1,000. Vom kohlensauren Gas, vom Stickstoffgas, vom hepatischen Gas, vom Salpetergas und vom brennbaren Gas wird es nicht zersetzt, vorausgesetzt, daß jene nichts Wässeriges bey sich führen.

Uebrigens hat Herr **Priestley** durch eine große Menge von Versuchen gefunden, daß sich das salzsaure Gas ganz eben so, wie der tropfbare Salzgeist, nur weit stärker als dieser verhält. So löset dieß Gas verschiedene Metalle und metallische Kalke auf, greift auch diejenigen Gläser stark an, welche viel Bleykalk enthalten; die Oele verdickt es, denen es beygemischt wird, und der Weingeist mit ihm verbunden löset das Eisen auf.

Alle diese Eigenschaften zeigen deutlich, daß das salzsaure Gas eine wahre durch die Einwirkung der Wärme in luftförmige Gestalt gebrachte Kochsalzsäure sey. Wenn es daher mit dem Wasser in Berührung kömmt, so nimmt dieses seine Basis auf und entläßt den Wärmestoff. Die Verwandlung des salzsauren Gas in Nebel bey Berührung

der

der respirablen Luft, muß man zwar der Feuchtigkeit der Luft zuschreiben, weil aber dabey auch reine Luft zersetzet wird, so muß es noch etwas Sauerstoff aufnehmen, wobey sich zugleich die entstehende Wärme erkläret. Jedoch zieht es aus der Lebensluft nicht so viel Sauerstoff an, daß es dadurch in vollkommene Salzsäure verwandelt würde. Gleichwohl hat die Basis des salzsauren Gas eine große Verwandtschaft mit dem Sauerstoffe und ist fähig, sich mit mehrerem zu verbinden; in diesem Zustande erscheinet sie dann in andern Verhältnissen und Eigenschaften: sie wird nun zur vollkommenen Säure, welcher **Scheele** den Nahmen **dephlogistisirte Salzsäure** (oxygenirte) gab. M. s. **Salzsäure, dephlogistisirte.**

Gas, vitriolsaures, flüchtiges schwefelsaures Gas, vitriolsaure Luft, luftförmige Schwefelsäure, luftförmige phlogistisirte Vitriolsäure, Schwefelluft, schwefelsaures Gas, unvollkommene Schwefelsäure in Dampfgestalt (gas acidum vitriolicum, gas acidum sulphureum volatile, aër acidus vitriolicus, acidum vitrioli phlogisticatum aëriforme, mephitis acida sulphuris, gas acidum sulphureum, gas ou air acide vitriolique, acide de soufre aëriforme, gas acide sulfureux) ist bloß die flüchtige Schwefelsäure in Luftgestalt.

Priestley, welcher bereits die Dämpfe des Salpetergeistes in luftförmiger Gestalt dargestellet hatte, machte ähnliche Versuche mit den Schwefeldämpfen, die die Schwefelsäure mit entzündlichen Körpern verbunden ausstieß, und gewann daher eine Luft, die er **vitriolsaure Luft** nannte.

Man erhält dieses Gas auf folgende Art: man schütte gleiche Theile Quecksilber und Vitriolöl in eine gläserne Retorte zusammen, welche mit der pnevmatischen Quecksilberwanne in Verbindung ist, und erhitze das Gemenge im Sandbade bis zum Sieden. Dadurch geht diese Gasart über. Zur Gewinnung dieser Luftart dienen auch andere Metalle, welche von der Schwefelsäure angegriffen werden;

den; auch Oele, Weingeist, Aether und vorzüglich Kohlen u. s. f.

Es ist dieses Gas specifisch schwerer, als atmosphärische Luft; nach Fontana ist es noch ein Mahl so schwer, als die gemeine Luft, und es wiegt ein Cubikzoll bey 10° Reaum. und 28 Zoll Barometerhöhe 1,00820 Gran. Es hat einen sehr stechenden und erstickenden Geruch, welcher dem des verbrennenden Schwefels vollkommen gleich ist, und einen sehr schwachen säuerlichen Geschmack. Zum Athemhohlen für Thiere ist es ganz untauglich, und diese ersticken darin sehr schnell. Das Feuer löscht es sogleich aus, und kein entzündlicher Körper kann darin in Brand gesetzet werden. Vom Wasser wird es verschluckt, und zwar nicht allein vom kalten, sondern auch vom siedenden, so daß 100 Theile Wasser 5 Theile von diesem Gas dem Gewichte nach in sich nehmen. Das hierdurch angeschwängerte Wasser ist hell und klar, und erhält alle Eigenschaften der phlogistisirten Vitriolsäure, hat einen schwach säuerlichen Geschmack und einen durchdringenden schwefligen Geruch. Den Veilchensyrup röthet es zwar, zerstöret aber endlich seine Farbe ganz. Auch die Tinktur der Rosenblätter und andere Pigmente verlieren ihre Farbe dadurch gänzlich. Merkwürdig ist dabey, daß die gemeine Schwefelsäure diese Farbe wieder herstellet. Von der gemeinen und gewöhnlichen Schwefelsäure unterscheidet es sich durch den erstickenden und durchdringenden Geruch, welcher mit dem vom verbrennenden Schwefel ganz übereinkommt. In der respirablen Luft verwandelt es sich mit der Zeit in verdünnte Schwefelsäure, wobey die Lebensluft vermindert wird.

Das Eis schmelzt in der vitriolsauren Luft, obgleich die Anschwängerung damit das Gefrieren des Wassers nicht hindert. Auch löset dieses Gas den Kampfer, das Eisen und das Kupfer auf; es treibt aus keinem Mittel- oder Neutralsalze die Säure aus, wohl aber aus den milden Laugensalzen die Luftsäure.

Wenn

Wenn man das vitriolsaure Gas mit atmosphärischer oder noch mehr mit dephlogistisirter Luft vermischt, so entstehet einige Wärme. Wäscht man diese Mischung im Wasser, so wird die Säure von diesem schnell eingesogen, und die respirable Luft ist nun phlogistisiret, und ihr Volumen hat eine Verminderung erlitten.

Die Basis dieses Gas ist die unvollkommene Schwefelsäure, welche sich von der gemeinen und reinen Schwefelsäure durch ihren erstickenden und durchdringenden Geruch unterscheidet, welcher mit dem vom brennenden Schwefel ganz übereinkömmt; auch durch ihre Flüchtigkeit, welche so groß ist, daß sie schon bey Berührung der Luft verfliegt, und welche hindert, daß sie nie concentrirt dargestellet werden kann; endlich auch durch ihre mindere Säure.

Weil diese unvollkommene Schwefelsäure bey dem Grade der Temperatur und des Drucks unserer Atmosphäre, worin wir leben, luftförmig ist, so gibt sie auch in Verbindung mit dem Wärmestoffe das vitriolsaure Gas. Das Wasser entzieht dem Wärmestoffe die Basis, und wird daher flüssige, unvollkommene Schwefelsäure. An der respirablen Luft nimmt diese unvollkommene Schwefelsäure nach und nach mehr Sauerstoff in sich auf, und wird dadurch vollkommene Schwefelsäure; daraus erkläret sich also auch die Verminderung des Volumens der respirablen Luft und die Phlogistisirung derselben.

M. s. **Priestley** Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft, a. d. Engl. III. Theile. 8. Wien, 1778. 1779. 1780. Versuche und Beobachtungen über verschiedene Zweige der Naturlehre, aus dem Engl. I. Band. Leipz. 1780. II. Band. Wien und Leipz. 8. an verschiedenen Stellen. Aërologiae physico-chemicae recentioris primae lineae. Sc. *Io. Gottfr. Leonhardi*, Lipſ. 1781. 4. **Tib. Cavallo** Abhandlung über die Natur und Eigenschaften der Luft und der übrigen beständig-elastischen Materien, a. d. Engl. Leipzig, 1783. gr. 8. **Lavoisier** System der antiphlogistischen Chemie, aus dem Französ. durch Hermb-

städt

städt, I. Bd. Berlin u. Stett. 1792. gr. 8. **Gren** Grundriß der Naturlehre, Halle 1797. gr. 8. an versch. Stellen. **Desselben** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Halle, 1794. 8. Bd. I. Desselben altes und neues Journal der Physik an verschiedenen Stellen. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie, Berlin, 1795. 8. **Göttling** Beytrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie, auf Versuche gegründet. Weimar, 1794. 8. 2. St. 1798. 8.

Gazometer, Gasometer, Luftmesser (gazometrum, gazomètre) ist ein von **Lavoisier** angegebener Apparat, den er und **Meusnier** zu verschiedenen Versuchen mit Gasarten, besonders aber zu bestimmten Abmessungen des Volumens derselben erfunden haben. Mit diesem Apparat hat man vorzüglich den merkwürdigen Versuch von der Wassererzeugung aus dephlogistisirter und brennbarer Luft, vermittelst der Verbrennung dieser beyden Luftarten, angestellet, und dieserwegen versteht man auch jetzt gewöhnlich unter dem Worte **Gazometer** eine Vorrichtung, welche dazu bestimmt ist, um das Verbrennen dieser beyden Gasarten bequem zu verrichten, theils die Quantitäten der hierzu angewendeten Luft in bestimmten Verhältnissen genau zu messen, und endlich auch das dadurch erhaltene Wasser gehörig zu sammeln und zu wägen.

Der Herr **van Marum** *) hat den Apparat, welcher nach **Lavoisier** Beschreibung zu sehr zusammengesetzet und kostbar war, weit einfacher und bequemer eingerichtet. Die letzten abgeänderten Verbesserungen dieses Werkzeuges sind im Wesentlichsten folgende: in der fig. 81. ist aa ein Ballon mit seinem Fußgestelle, worin die Verbrennung der beyden Luft-

*) Beschreibung eines Gazometers u. s. w. in einem Schreiben an Hrn. Berthollet; in Grens Journal der Physik. Bd. V. S. 154 u. f. Beschreibung eines sehr einfachen Gazometers u. s. w. in einem zweyten Schreiben an Berthollet; in Grens Journ. d. Phys. B. VI. S. 3 u. f. Description de quelques appareils chimiques nouveaux et perfectionnés de la fondation Teylerienne et des expériences faites aves ces appareils par *Mart. van Marum* à Haarlem 1798. gr. 4.

Luftarten vor sich gehen soll, und in welchen zwey gläserne gekrümmte Röhren sich enden. Eine jede von diesen Glasröhren ist mit einer gläsernen Glocke verbunden, deren man sich also auf jeder Seite eine mit dem dazu gehörigen Apparate vorstellen muß, wovon hier in der Zeichnung alles dieses nur zur Rechten abgebildet ist. Die Glocke ruht auf dem Tische p, und besitzet eine Skale, welche den Inhalt der Glocke vom Rande der kupfernen Einfassung mm an gerechnet in Cubikzollen angibt. Die Skale selbst ist von Elfenbein, und an ein Kupferblech befestiget, welches an die Einfassung mm, welche einen Zoll hoch auf dem Tische fest ist, angeschraubet wird. Das obere Ende der Skale geht bis zur innern Fläche des Randes der Zwinge rr fort, und ist daselbst ebenfalls mit einer Schraube befestiget. Diese Glocke ist nun das eigentliche Gazometer oder das Maß des Luftvolumens.

Neben der Glocke befindet sich der Glascylinder gg mit zwey Hähnen nn versehen, durch welche das im Cylinder befindliche Wasser abgelassen, und auf jede beliebige Höhe gestellet werden kann. Der Heber kkbcd, der überall die Weite von ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll haben muß, bestehet aus drey Stücken; kk ist eine gläserne, fast bis auf den Boden der Glocke herabgehende Röhre durch den Hahn f, mit der gekrümmten kupfernen Röhre bc verbunden; de ist abermahls eine gläserne Röhre, welche oben in die an bc angeschraubte kupferne Zwinge o gekittet ist, und unten fast bis in den Boden des Gefäßes reicht, in welchem der gläserne Cylinder gg stehet. Der Heber kkbcd macht, wenn er mit Wasser angefüllt ist, zwischen der Glocke und dem Cylinder gg eine solche Verbindung, daß sich das Wasser in beyden in gleiche Höhe zu setzen suchet, wenn es in der Glocke höher steht, als im Cylinder, so läuft es aus jener in diesen und umgekehrt in jene, wenn es im Cylinder höher steht. Da man nun seine Höhe im Cylinder durch die Hähne nn nach Gefallen ändern kann, so kann man auch nach Belieben Wasser in die Glocke hinein, oder aus ihr herauslaufen lassen.

Um

Um Wasser in das Gazometer zu gießen, kann auf den Hahn f ein Trichter angeschraubet werden, dessen Durchschnitt durch die Linien u u vorgestellet sind. Ist das Gazometer mit Wasser angefüllet worden, so dient auch dieser Trichter, den Heber b c auf den Hahn f bringen zu können, ohne daß die äußere Luft eindringe. Man gießt nämlich in den Trichter Wasser, nachdem man den Hahn f geschlossen hat. Wenn nun nachher der Cylinder g g mit Wasser gefüllt ist, welches sich dann auch in der Röhre d e in dieselbe Höhe stellt, so zieht man das Wasser durch Saugen an dem Ende b in den Heber b c, bis es bey b ausfließt. Man verschließt nur diese Oeffnung mit dem Finger, und bringt sie auf den Hahn, bis sie sich unter der Wasserfläche im Trichter u u befindet.

Um nun das Gazometer mit einer Gasart zu füllen, öffnet man den Hahn h, und läßt das Wasser aus dem Cylinder g g auslaufen, bis es in selbigem tiefer als in der Glocke stehet. Hierauf befestiget man auf den Hahn l ein biegsames Rohr, das mit einer auf dem Traggesimse der pneumatischen Wanne befindlichen und mit einer Luftart angefüllten Glocke in Verbindung ist, und öffnet den Hahn l; dadurch tritt die Gasart in das Gazometer, und das darin befindliche Wasser geht durch den Heber k k b c in den Cylinder g g hinüber. Dieses Füllen wird fortgesetzet, indem man den Hahn h öffnen läßt, damit das Wasser, das durch den Heber in den Cylinder tritt, ablaufen könne, und das Wasser im Cylinder beständig einige Zolle tiefer bleibe als im Gazometer. Zugleich muß aber die Glocke, aus welcher die Gasart in das Gazometer übergelassen wird, auf die gewöhnliche Art mit der nöthigen Gasart versehen werden. Wenn nun auf diese Weise das Füllen bald geendigt ist, so wird der Hahn h geschlossen, und dagegen der untere Hahn n geöffnet, dessen Oeffnung sich mit dem Anfange der Skale des Gazometers in einer Horizontallinie befindet. Das Wasser tritt also nun genau bis an diese Linie, und das Gazometer ist mit der Gasart bis an die Null der Skale angefüllt.

füllt. Ehe aber doch der Hahn l wieder verschlossen wird, muß dafür Sorge getragen werden, daß das Wasser in der Glocke, aus welcher die Füllung geschieht, nicht höher stehe, als das Wasser in der Wanne, damit die Luft in der Glocke, folglich auch in dem Gazometer, eben so dicht als die atmosphärische Luft sey.

Damit nun die Luft in den Ballon überströmen könne, muß durch den Hahn q mehr Wasser in den Cylinder g g gelassen werden, daß es in diesem höher, als in dem Gazometer stehe, und der Heber es durch sein Zurücklaufen wieder in das letztere bringe. Weil der Heber das Wasser aus dem Cylinder g g in den Gazometer desto schneller hinüberbringt, je mehr die Wasserhöhe im Cylinder die im Gazometer übertrifft, so folgt daraus, daß man nach Gefallen das Wasser in das Gazometer leiten könne. Das herüber getriebene Wasser verursachet nun, daß die im Gazometer befindliche Gasart durch den Hahn l in den Ballon übergehet. Hierbey hat man es nun in seiner völligen Gewalt, eine bestimmte Menge von der Gasart in den Ballon überströmen zu lassen, nachdem man das Wasser im Cylinder mehr oder weniger hoch über der Oberfläche des Wassers im Gazometer stehen läßt. Auf diese Weise erhält man das, was bey **Lavoisier** pression heißt, d. i. die Regulirung des Drucks, welcher die Gasart aus dem Gazometer heraus treibt.

Da nun das Wasser in dem Behältnisse, aus welchem es durch den Hahn q in den Cylinder g g kömmt, nach und nach immer niedriger sinkt, und daher immer weniger druckt, je mehr es ausläuft, so muß der Hahn, so wie der Druck abnimmt, nach und nach immer mehr geöffnet werden, um den Druck, welcher die Gasart aus dem Gazometer treibt, gleichförmig zu machen. Beym Versuche muß man also einen Gehülfen haben, welcher die Hähne q regulirет, wenn man die Gazometer auf beyden Seiten zugleich anwendet. Der Druck, welcher die Gasart austreibt, wird durch Hülfe eines Maßstabes beobachtet, welcher in Zolle und Linien ge-

theilet ist, und zwischen dem Gazometer und dem Cylinder g g sich befindet.

Um nun durch ein fortgesetztes und langsames Verbrennen die Wassererzeugung leicht und mit wenigen Kosten vorzunehmen, gebrauchet der Herr **van Marum** einen gläsernen Ballon von 10 Zoll im Durchmesser, welcher einen Hals von 1¼ Zoll Weite und ungefähr zwey Zoll Länge hat. Der Rand der Oeffnung ist abgeschliffen, um den Ballon vermittelst wenigen Wachses oder Talges auf einen ebenen geschliffenen kleinen Teller zu stellen, damit keine Luft in selbigen treten könne. Dieser Teller hat einen Zapfen mit einem Hahne, vermittelst welchen man den Ballon auf die Luftpumpe anschraubt, ihn luftleer machet und alsdann mit Sauerstoffluft anfüllet. Hiernächst wird der Teller weggenommen, und der Ballon so schnell als möglich auf den kupfernen Ring gestellt, welcher von einem in der Figur vorgestellten Fußgestelle getragen wird. Vorher ist aber auf das Tischchen eine Schale mit Quecksilber gestellet worden, worein der Hals des Ballons eingetauchet ist, wenn er auf dem kupfernen Ringe ruhet. Hierdurch ist das Sauerstoffgas in dem Ballon völlig gesperrt. Weil die Oeffnung desselben nur 1¼ Zoll im Durchmesser hat, so kann auch die Veränderung der Luft in dem Augenblicke, da der Ballon offen ist, wenn er an seinen Ort gestellet wird, nicht merklich seyn.

Die gekrümmten Glasröhren aus beyden Gazometern gehen in den Ballon mit den vertikalstehenden Enden a a, die einander berühren. Weil der Durchmesser derselben nur ¼ Zoll beträgt, so gehen sie auch sehr leicht in den Hals des Ballons. Diese Röhren bringt man vorher auf die Gazometer, ehe der Ballon an seine Stelle gesetzet wird. Sie sind in kupferne Röhren t eingekittet, welche auf die Hähne l angeschraubet werden.

Die Oeffnungen des Endes der Glasröhre, wodurch das brennbare Gas in den Ballon tritt, ist so gering, daß sie kaum

kaum einen Eisendraht von $\frac{1}{50}$ Zoll Durchmesser einläßt. Von diesem brennbaren Gas läßt man vermittelst eines Drucks von 2 Zoll Wasserhöhe einen kleinen Strom heraustreten, und zündet ihn in dem Augenblicke, da der Ballon auf das Quecksilber gestellet wird, durch eine Lampe an.

Die Wärme der Flamme dehnt die im Ballon befindliche Sauerstoffluft aus, und diese Ausdehnung ersetzet die Verzehrung der Luft im Umfange des Versuchs, so daß sich das Luftvolumen im Ballon nicht eher vermindert, als bis das Verbrennen einige Minuten gedauert hat. Aus dieser Ursache wird auch der Hahn des Gazometers, welches die Lebensluft zum Ballon liefert, nicht eher geöffnet, als bis man die Verminderung des Luftvolumens durch das Aufsteigen des Quecksilbers in dem Halse des Ballons gewahr wird. Das Sauerstoffgas läßt der Herr **van Marum** in den Ballon durch einen Druck von zwey Linien, und das brennbare Gas durch einen Druck von zwey Zollen Wasserhöhe.

Durch diesen einfachen Apparat ist es dem Herrn **van Marum** gelungen, Wasser aus der Verbrennung der beyden Luftarten zu erzeugen, welches von aller Säure frey war, und beynahe keinen Geschmack hatte. Es kann zwar dieser Versuch nicht weiter getrieben werden, als bis der ganze Inhalt des Gazometers, welches das brennbare Gas enthält, verzehret ist; allein es sind auch schon 1800 Cubikzoll, welche den körperlichen Inhalt dieses Gazometers ausmachen, hinreichend, um diesen Versuch von der Wassererzeugung auf eine genugthuende Art anzustellen. Will man jedoch von einem noch größern Luftvolumen ohne Unterbrechung Gebrauch machen, so kann man den Versuch mit zwey solchen Gazometern anstellen, wozu der Herr **van Marum** noch eine eigene Vorrichtung angibt. Ein einziger nachtheiliger Umstand hierbey, welcher auf die genaue Vergleichung des erzeugten Wassers mit dem Gewichte der verzehrten Luftarten einen Einfluß haben kann, ist dieser, daß man den Ballon

6 bis 8 Sekunden offen lassen muß, um ihn an seine Stelle zu bringen und wieder wegzunehmen, und daß man ein wenig brennbares Gas verlieret, wenn man es entzündet, ehe die Flamme in den Ballon eingeschlossen ist. Indessen wird der dadurch verursachte Irrthum von keiner großen Beträchtlichkeit seyn können.

Um das Gewicht des erzeugten Wassers genau zu wissen, wird vor und nach dem Versuche der Ballon und die Glasschale mit dem Quecksilber, auf welchem sich alles erzeugte Wasser befindet, das an dem Ballon angehängte nicht mit gerechnet, gewogen. Hierauf trennt man das Wasser vom Quecksilber, indem man alles in einen Glastrichter mit einer engen Röhre gießet, die man mit dem Finger verschließet, und durch welche man das Quecksilber ablaufen läßt.

Wenn man die Beschaffenheit der im Ballon zurückgebliebenen Luft untersuchen will, so verschließt man ihn noch vor dem Abwägen mit einem Kork, dessen Gewicht bekannt ist; hierauf stellet man den Ballon auf den Teller mit dem Hahne, und schraubet diesen Hahn auf einen cylindrischen Recipienten, welcher durch einen eisernen Hahn geschlossen und luftleer ist. Hiernächst läßt man einen Theil der Luft in den Recipienten treten, indem man beyde Hähne öffnet, und bringt nachher diese Luft, wie gewöhnlich, in einen andern Recipienten auf den pnevmatisch-chemischen Quecksilberapparat, um mit ihr die Untersuchungen anzustellen.

Das Volumen der Gasarten wird gewöhnlich so bestimmt, daß man sie in graduirte Glocken bringt. Diese Glocken theilt man auf folgende leichte Art in Grade, wenn man sich nur ein gewisses Maß, z. B. eine Flasche, welche genau 10 Cubikzoll enthält, verschaffet hat. Die in dieser Flasche enthaltene Luft läßt man unter die mit Wasser gefüllte Glocke, und bemerkt die Grenzen des Raums, welchen sie darin einnimmt, mit dem ersten Striche. Wenn man hierauf das zweyte, dritte u. s. Maß Luft hinzuläßt, und macht bey jedem Maße an der Grenze ein neues Zeichen, so erhält man eine Graduation von 10 zu 10 Cubikzoll. Während der Operation

ration müssen Glas und Glocke so viel als möglich beständig in einerley Temperatur erhalten werden.

Eine andere Einrichtung des Gazometers hat der Herr **von Hauch** *) beschrieben. Der Kürze wegen ist in der fig. 82. nur die eine Hälfte zur Rechten gezeichnet worden, da sich die andere Hälfte zur Linken leicht gedenken läßt: n sind zwey viereckige Kästen von starkem lackirten Blech 28 Zoll im Diameter; auch p sind zwey Kästen, welche genau einen Cubikfuß geometrischen Raum einnehmen; in diese beyden letzten Kästen werden die erforderten Luftarten verwahret, und diese führen eben den Nahmen Luftmesser oder Gazometer. In allen diesen vier Kästen ist die eine Seite von sehr dickem und starken Spiegelglas. Diese letztern Kästen p sind durch die Schnuren a a a a so gehängt, daß sie auf den Röllchen sehr leicht beweget werden, und vermittelst der Gewichte q q im vollkommenen Gleichgewichte sind, man mag sie entweder hinauf ziehen, oder in die auswendigen Kästen n herunterlassen.

e ist ein gläserner Ballon, im Diameter 12 Zoll, welcher auf einem Dreyfuß ruhet; der Hals ist in eine breite messingene Einfassung luftdicht eingekittet, an welche die Platte g geschraubet und so befestiget wird, daß zwischen dem inwendigen Raume des Ballons und der atmosphärischen Luft keine Communication Statt finden kann. In der Platte g befinden sich drey messingene Röhren b b c, wovon die beyden b b verbunden werden, ein jedes mit seinem Luftverwahrer, und das dritte c ist zum Verbindungsrohre mit der Luftpumpe bestimmt, um durch solche den Luftballon leer zu machen. Das eine messingene Rohr schließt sich im Ballon mit einem Kügelchen l, in welchem sich eine so kleine Oeffnung befindet, daß kaum die feinste Stecknadel hineingebracht werden kann. In der Platte g wird außerdem ein messingener Draht d bemerkt, in ein gläsernes Rohr eingekittet und dadurch vollkommen isoliret;

*) Beschreibung eines Gazometers oder Luftmessers und einiger damit angestellten Versuche, aus dem Dänischen übers. in Grens neuem Journale der Physik. Bd. II. S. 1 f.

llret; er endiget sich in ein Kügelchen d. Das gläserne Rohr ist in einen messingenen Theil gekittet und befestiget, welcher in die Einfassung h auf das genaueste eingeschliffen ist. Nach dieser Einrichtung können die beyden Küchelchen l und d nach Belieben einander genähert oder von einander entfernet werden. Ein jedes von den Röhren b b schließt sich in einen sehr genau eingeschliffenen Hahn i. Zwischen den beyden Röhren b b und dem Hahne i bemerket man die beyden gläsernen Röhren n, welche bey dem Verbrennen der beyden Luftarten mit absorbirender Erde oder caustischem Laugensalze angefüllet werden, damit die Luftarten, wenn sie hierdurch gehen, das Wasser, welches sie bey der Auflösung enthalten, absetzen, und dadurch trocken in den Ballon kommen können.

An den Gazometern bemerket man die beyden Heber m, welche sich in einen konischen Theil endigen, welcher in die Hähne i eingeschliffen, und mit einer Schraubenmutter daran befestiget ist.

An den Gazometern ist längs des Spiegelglases eine in Zolle und Viertelzolle eingetheilte Skale angebracht, wodurch man beständig weiß, wie viel von jeder Luftart bey dem Verbrennen verbraucht worden ist.

Oben auf den Gazometern sieht man zwey Hähne o o, imgleichen ein kleines Heberbarometer f. Vermittelst dieses Barometers wird die Dichtigkeit der beyden Luftarten gegen die atmosphärische Luft bemerkt. Die Hähne o o sind zugleich bestimmt, bey dem Wasserfüllen der Luft Ausgang zu verschaffen, und die Blasen daran zu befestigen, welche mit den Luftarten angefüllt sind. Diese treiben das Wasser, wenn man die Hähne öffnet und die Blasen drückt, aus den Gazometern heraus, und nehmen dessen Stelle wieder ein. Da die in den Blasen verwahrten Luftarten nicht eben so rein seyn können, als die im Glase aufbehaltenen, so verwarf der Herr **von Hauch** diese Art, die Gazometer mit den Luftarten zu füllen, und wendete dagegen folgende an: t ist ein großes Glas, das ungefähr 20 Zoll hoch ist, und im Diameter etwa 12 Zoll hat. Am Halse der Flasche ist eine starke messingene

Platt

Platte fest gekittet, welche mit zwey Hähnen u und w versehen ist. Der Hahn u schließt sich in eine konische Höhlung; hierein paßt ein krummes Rohr x, dessen anderes Ende in den Gazometer hinaufgehet. Von dem Hahne w geht ein gläsernes Rohr gegen den Boden der Flasche herab. Oben auf dem Hahne ist ein hoher gläserner Trichter y, den man nöthigen Falls wegnehmen kann.

Wenn das Glas t mit der erforderlichen Luftart gefüllet ist, und beyde Hähne unter dem Wasser geschlossen sind, so setzt man das Glas an der Seite der Gazometer an seine gehörige Stelle; das krumme Rohr x bringt man in den Luftmesser, und füllt es mit Wasser, indem man es an sich saugt. Alsdann füllet man den Trichter y mit Wasser, so daß solches hierin höher stehet, als im Rohre x. Wenn man nun beyde Hähne u und w öffnet, so sinket das Wasser durch das gläserne Rohr in die Flasche hinunter, und treibt dabey die Luft durch das Rohr x in das Gazometer. Hierdurch muß das Wasser wieder aus den Luftmessern in den äußern Kasten n gehen. Auf der Skale bemerkt man nun, wie hoch das Wasser in den innern Kästen stehet, und also wie viel von jeder Luftart in jedem Luftmesser enthalten ist.

Oben auf den Luftmessern sind kleine Abtheilungen angebracht, das Gewicht darein zu legen, und so durch einen gleichen Druck die Luftarten aus den Luftmessern in den Ballon hineinzutreiben.

Der Gebrauch dieser Vorrichtung ist nun folgender: die Kästen n werden mit Wasser gefüllt, und darauf die Hähne auf den Luftmessern p geöffnet. Diese werden nun durch ihre eigene Schwere in die Kästen n sinken, und mit Wasser gefüllet werden, wodurch die darin enthaltene atmosphärische Luft durch die Hähne ausgehen kann. Alsdann verschließt man die Hähne, und nun wird das in den Luftmessern n befindliche Wasser dadurch, daß jeder mit der dazu bestimmten Gasart auf die vorhin beschriebene Art wieder aus den Flaschen t angefüllet wird, getrieben. Jetzt wird der Ballon vermittelst der Luftpumpe so luftleer als möglich gemacht,

wenn die mit den Röhren b b verbundenen Hähne vorher verschlossen worden sind. Nunmehr öffnet man den Hahn, welcher sich zwischen dem Ballon und dem Luftmesser befindet, der die dephlogistisirte Luft enthält; die Luft geht dann durch das Rohr b und das Stück k in den Ballon hinein. In eben dem Augenblicke öffnet man den andern Hahn i, welcher sich zwischen dem Ballon und dem Luftmesser befindet, welcher die inflammable Luft enthält. Diese Luft wird vermittelst des oben auf dem Luftmesser gelegten Gewichtes, und des dadurch verursachten Druckes, durch das Rohr b und das Stück k in den Ballon hineingehen, an der kleinen Oeffnung in der Kugel l. Wenn nun in diesem Augenblicke ein elektrischer Funke auf den isolirten Draht d schlägt, so wird sich die inflammable Luft entzünden, und so lange fortbrennen, als sich in den Luftmessern die beyden benöthigten Luftarten befinden. Das auf den Luftmessern angebrachte Gewicht treibt die Luftarten im benöthigten Verhältnisse in den Ballon hinein, welches durch die in den Röhren b b angebrachten Oeffnungen von verschiedenen Dimensionen bestimmt wird.

Der Herr **von Hauch** hat darin mehrmahls gegen 1600 Cubikzoll dephlogistisirte und 3000 Cubikzoll brennbare Luft, einige Mahl gegen 3000 dephlogistisirte und gegen 5000 brennbare Luft verbrannt. Er hat aber das Wasser durch solche Verbrennungen nie ganz rein erhalten können; die mehresten Mahle fand er Salpetersäure, bisweilen auch Salzsäure und Vitriolsäure darin, immer desto mehr Säure, je schneller die Verbrennung vor sich gegangen war. Er vermuthet, daß die so allgemein entstandene Säure von Umständen herrühre, welche bisher von den Beobachtern nicht mit gehöriger Aufmerksamkeit ist wahrgenommen worden. Denn daß allein die Unreinigkeit der gebrauchten Luftarten Ursache daran sey, scheint ihm unwahrscheinlich, weil sonst die Säure immer einerley seyn müßte, indem der Stickstoff durch Verbindung mit andern Grundstoffen zwar andere Körper, aber nie andere Säure als Salpetersäure erzeuge.

Gebirge s. Berge.

Gefälle s. Wasserwägen.

Gefäßhaut des Auges s. Auge.

Gefrierpunkt s. Thermometer.

Gefrierung (congelatio, congélation) heißt im ganz allgemeinen Verstande der Uebergang eines kalt gewordenen Körpers aus dem flüssigen Zustande in einen festen. In dieser Bedeutung wird auch das Festwerden der geschmelzenen Metalle durch Erkalten zu den Gefrierungen gerechnet, so wie überhaupt Gefrierung der Schmelzung entgegengesetzet wird. Nach dem gemeinen Sprachgebrauch aber versteht man unter dem Worte **Gefrierung** das Festwerden derjenigen Flüssigkeiten durch die Kälte, welche bey der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre in diesem Zustande sich befinden, wie z. B. Wasser, Quecksilber, Milch u. s. w. und gebrauchet alsdann den Ausdruck **Gestehen**, wenn ein Körper bey unserer gewöhnlichen Sonnenwärme der Atmosphäre noch feste bleibt, und zu seinem Flüssigwerden eine größere Hitze erfordert, wie z. B. die Metalle, Wachs, Schwesel u. s. f.

Die Erfahrung lehret, daß die Wärme das einzige Agens in der Natur ist, welches die Flüssigkeit der Körper bewirket. Ob aber in allen Fällen die Wärme bloß mechanisch wirke, das scheint noch nicht so ganz ausgemacht zu seyn. So bald also der nöthige Grad der Wärme, welcher die Körper flüssig erhält, denselben auf irgend eine Weise entzogen wird, so werden sie in den Zustand der Festigkeit übergehen oder gefrieren. Dieser Wärmegrad ist bey ein und dem nämlichen Körper beständig einerley, bey verschiedenen aber verschieden.

Das reine Wasser verwandelt sich in Eis bey einer Temperatur, welche sich beständig so gleich bleibet, daß man sie als einen bestimmten festen Punkt bey den Abmessungen der

Wärme zum Grunde leget. M. s. **Thermometer**. Dieser Punkt ist der so genannte Frostpunkt, oder derjenige, wo das Wasser in der Atmosphäre zu gefrieren anfängt. Andere Körper, welche bey dieser Temperatur der Atmosphäre noch flüssig bleiben, erfordern einen größern Grad der Kälte, wenn sie gefrieren sollen; diejenigen Körper hingegen, welche schon bey diesem Grade fest sind, betrachtet man als natürlich feste Körper, wenn sie einen größern Grad der Hitze zum Flüssigwerden verlangen; wiewohl es scheinet, als ob das Gestehen der vorher geschmolzen gewesenen Körper von dem Gefrieren in nichts verschieden sey.

Nach dem fahrenheitschen Thermometer gefrieret das Wasser beym 32sten, Milch beym 30sten, Weinessig und Urin beym 28sten, Lämmerblut beym 25sten, Burgunder, Madera und Bourdeauxer Wein beym 20sten Grade, halb Wasser und halb hochrectificirter Weingeist unter einander gemischt beym — 7ten Grade. Von den Graden der Schmelzung verschiedener Substanzen, welche bey dem Frostpunkte noch fest sind, sehe man unter dem Artikel **Schmelzung**.

Weil bey großen Graden der Kälte das Quecksilber immer noch im flüssigen Zustande bleibet, so glaubte man vormahls, daß das Quecksilber gar nicht gefriere. Im Jahre 1734 bemerkte **Gmelin** zu Jeniseisk in Sibirien, daß das Quecksilber bis auf — 120 Grad nach Fahrenh. herabfiel, ohne daß es seine Flüssigkeit zu verlieren schien; nachher beobachtete er auf seiner Reise andere Fälle, wobey das Quecksilber im Thermometer gefroren zu seyn schien; allein er leitete dieß von dem Essig her, mit dem man das Quecksilber gereiniget hätte. Im Jahre 1759 am 14. Dec. aber sahe der Professor **Braun** zu Petersburg beym — 34sten Grade nach Fahrenh. das Quecksilber des Thermometers in einer Mischung von Schnee und rauchendem Salpetergeiste bis — 352 Grad herabfallen, und fand dasselbe, nachdem er das Thermometer aus der Mischung herausnahm, zu seinem Erstaunen fest

oder

oder gefroren. Dieser Versuch wurde am 25. December wiederhohlet, und die Thermometerkugel zerbrochen, da sich das Quecksilber als eine feste glänzende metallische Masse zeigte, welche weicher als Bley war, und einen dumpfen Schall gab *). Indessen war dem Herrn **Hutchins**, der als Gouverneur des Albany-Forts nach der Hudsonsbey ging, von der königlichen Societät dieser Versuche wegen Auftrag gethan. Er war auch so glücklich, das Quecksilber im Jahre 1775 im Januar und Februar zwey Mahl zum Gefrieren zu bringen. Auch Dr. **Bicker** in Rotterdam stellte im Jahre 1776 am 28. Januar bey einer Temperatur von + 12° einen Versuch an, welcher ihm aber nicht vollkommen gelang, indem schon das Quecksilber bey — 94° stehen blieb, und auf der Oberfläche wie ein Amalgama gerann; um eben diese Zeit aber hatte Dr. **Fothergill** in Northampton das Vergnügen, bey einer Kälte von + 9° das Quecksilber zum Gefrieren zu bringen. Bey allen diesen Versuchen hatte man doch noch nicht den eigentlichen Gefrierpunkt dieses Metalls bestimmen können; die leztern Versuche von **Braun** geben den Naturforschern die Veranlassung, diesen Punkt nicht geringer als — 352 Grad nach Fahrenh. oder 500 nach de l'Isle anzunehmen.

Da man aber mit Recht vermuthete, daß das Quecksilber eben so wie andere flüssige Materien beym Uebergange in den festen Zustand eine bestimmte Temperatur annehmen würde, so bediente sich Herr **Hutchins**, selbst auf Anrathen der Herrn **Cavendish** und **Black** bey seinen Versuchen eines kleinen Thermometers, welches er in das zum Gefrieren bestimmte Quecksilber stellte, und welches den Gefrierpunkt dieses Metalls anzeigen sollte. Auf diese Weise fand er im Jahre

*) De admirando frigore artificiali, quo mercurius s. hydrargyrus est congelatus auct. *Ios. Ad. Braunio*. Petrop. 1760. 4. und in den nov. commentat. Petrop. Vol. XI. p. 268. additam. et supplement. ibid. p. 302.

Jahre 1781 durch eine ganze Reihe von Versuchen *), daß der wahre Gefrierpunkt des Quecksilbers der — 38½° nach Fahrenheit sey, und daß das Herabsinken bis — 35½° von einem bloßen Zusammenziehen desselben im Augenblicke des Gefrierens herrühre, wobey also dieses Metall gänzlich aufhöret, einen richtigen Maßstab der Wärme abzugeben. Nachher machte auch der Herr Dr. **Guthrie** β) zu Petersburg seine Versuche über diesen Gegenstand bekannt, welche in der Hauptsache mit den hutchinsischen übereinstimmen, und zugleich beweisen, daß das Quecksilber auch in seinem reinsten Zustande zum Gefrieren gebracht werden könne, welches sonst bezweifelt wurde. Schon hatte **Pallas** am 6. und 7. Dec. 1772 zu Krasnojarsk im asiatischen Sibirien (unter 93° Länge und 56½° nördlicher Breite) das Quecksilber sowohl im Thermometer als auch in einer offenen Schale durch die natürliche Kälte gefrieren gesehen. Diesen Grad der Kälte konnte er aber nicht genau angeben; ein einfallender Nordwestwind aber, wobey die gefrornen Massen aufzuthauen anfingen, brachte das Thermometer sogleich auf — 47°. Hieraus hätte man also schon vor **Hutchins** wissen können, daß der Gefrierpunkt des Quecksilbers bey weitem nicht so tief liege, als man damahls denselben noch **Braun** annahm, weil der — 47° offenbar nicht weit vom eigentlichen Gefrierpunkte liegen konnte. Die Geschichte aller dieser und noch mehrerer Versuche ist sehr vollständig von Dr. **Blagden** γ) mit verschiedenen Bemerkungen begleitet erzählet worden.

Richard

*) Experiments for ascertaining the point of mercurial congelation by *Thomas Hutchins*. Philos. transact. Vol. LXXIII. P. II. mit Abhandlungen von Blagden und Cavendish begleitet.

β) Nouvelles expériences pour servir à determiner le vrai point de congélation du mercure et la différence, que la pureté de ce métal pourroit y apporter p. *Math. Guthrie* à St. Petersb. 1785. 4. Deutsch im Auszuge in Tralles physikalischem Taschenbuche für 1786.

γ) History of the congelation of Quicksilver in den philos. transact. Vol. LXXIII. P. II. p. 329 sqq. Deutsch in den leipz. Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte. B. III. 3tes und 5tes St.

Richard Walker α) in Oxfort hat in den Jahren 1788 und 1789 über das Gefrieren des Quecksilbers ebenfalls verschiedene Versuche angestellet, welche erweisen, daß man Quecksilber selbst im Sommer und in dem heißesten Klima durch verschiedene kälteerzeugende Mischungen ohne Schnee oder Eis zum Gefrieren bringen könne. Drey Unzen einer Mischung aus zwey Theilen starker rauchender Salpetersäure, einem Theile concentrirter Vitriolsäure und einem Theile Wasser wurden in einer kälteerzeugenden Mischung bis zur Temperatur — 30° nach Fahrenh. erkältet. Hiernächst ward sehr fein gepulvertes krystallisirtes Glaubersalz, welches ebenfalls vorher durch eine kälteerzeugende Mischung bis — 14° abgekühlet war, nach und nach hineingeschüttet und umgerührt, bis das darin sich befindende Quecksilberthermometer auf — 54° herabsank. Nun ward ein Aräometer, dessen untere Kugel bis zu ¾ mit Quecksilber angefüllet war, hineingebracht, und einige Minuten darin hin und her bewegt; beym Herausnehmen des Aräometers fand man alsdann das Quecksilber gefroren. Am kräftigsten und schicklichsten war die Mischung aus phosphorsaurem Mineralalkali und Salpetersalmiak in verdünnter Salpetersäure aufgelöset, wozu die Materialien vorher in Mischungen aus zwey Theilen Kochsalzsäure, 3 Theilen fein gepulverten Glaubersalz und drey Theilen eines aus gleichen Hälften Salmiak und Salpeter gemischten Pulvers, erkaltet werden können.

Herr **Lowitz** β) in Petersburg brachte im December 1792 durch eine Mischung vom krystallisirten Gewächsalkali und frischen trockenen Schnee das Quecksilber selbst im gewärmten Zimmer zum Gefrieren. Es wurden 12 Pfund Quecksilber bey der Temperatur von 12° **Reaum.** unmittelbar in die Mischung gegossen, und 4 Pfund außerdem besonders in einem Glase zum Gefrieren gebracht. Den Gefrierpunkt des Quecksilbers setzt Herr **Lowitz** hierbey auf — 32 Grad

α) Philos. transact. 1789. Vol. LXXIX. P. II. p. 199 sqq. übersetzt in Grens Journ. der Phys. B. II. S. 338 f.
β) Crells chemische Annalen 1793. B. I. S. 352 u. f.

Grad **Reaum.** Statt des ätzenden Salzes, welches den Händen gefährlich seyn könnte, gebrauchet er lieber den fixen Salmiak oder die kochsalzsaure Kalkerde, welche eben diese Wirkung thut. Hierzu kann bequem der Rückstand vom ätzenden Salmiakgeiste gewonnen werden, welcher von der Destillation des Salmiaks mit Kreide übrig bleibt. Diesen laugt man aus, und kocht die filtrirte Lauge so lange ein, bis ein Tropfen davon auf dem Teller sogleich erstarret. Dabey hat man den Vortheil, daß man die Mischungstheile immer wieder brauchen kann, wenn nur alles durchs Kochen vom Wasser wieder befreyet wird, welches durch den Schnee hinzugekommen ist. Bey der natürlichen Kälte von 1 Grad gab rauchender Salpetergeist mit Schnee vermischt 19°, eben so viel ätzendes Laugensalz und fixer Salmiak aber 36 Grad künstliche Kälte.

Wasserfreye, geistige Liquoren gefrieren entweder gar nicht, oder verlangen doch wenigstens eine weit größere Kälte, als das Quecksilber, so daß sie die künstliche Kälte aus Mischungen von Schnee und Säure, welche nicht über — 46° zu steigen scheinet, vollkommen aushalten. Sind sie hingegen mit Wasser vermischt, so gefrieren sie bey geringerer Kälte. Wirkliche Luftarten gefrieren bey keinem uns bekannten Grade der Kälte, und hierin unterscheiden sich selbige vorzüglich von den Dämpfen, als welche bey der Kälte zusammenfließen, und daher auch gefrieren.

Alle diejenigen flüssigen Körper, welche bey verschiedenen Temperaturen in einen festen Zustand übergehen, oder gefrieren, behalten während des Ueberganges in den festen Zustand die Temperaturen unverändert bey. Ohne Zweifel liegt hiervon die Ursache in dem Freywerden der gebundenen Wärme, welche die Flüssigkeit der Körper bewirkt, und welche das fernere Erkalten so lange verhindert, bis die ganze flüssige Masse durchs Gefrieren in den festen Zustand übergegangen ist. Jedoch lehret auch die Erfahrung, daß eingeschlossene flüssige Materien größere Grade der Kälte, als zu ihrem Gefrieren nöthig ist, annehmen können, welche aber bey einer

geringen Erschütterung sogleich in eine feste Masse übergehen. M. s. **Eis**. So bald nun die Gefrierung vollendet ist, so können auch die gefrornen Massen größere Kälte annehmen.

Das Volumen der Körper sowohl beym Gefrieren, als auch beym Gestehen nach der Schmelzung, ändert sich schnell und stark; einige Körper dehnen sich dadurch in ein größeres Volumen aus, die meisten aber ziehen sich mehr zusammen, und bewirken daher ein kleineres Volumen. Das Zusammenziehen ist besonders beym Quecksilber sehr stark, wodurch man eben auf den Irrthum über den Gefrierpunkt desselben geleitet wurde. Aus den bisherigen Versuchen hat man aber noch nicht genau bestimmen können, wie weit sich die Zusammenziehung des Quecksilbers erstrecke. Wenn man nach **Braun** annimmt, daß es bis auf 550° nach de l'Isle herabgesunken ist, da der Gefrierpunkt desselben ungefähr 210° nach de l'Isle ist, so hat die Zusammenziehung 340° d. i. $\frac{340}{10000}$ des Volumens bey der Wärme des kochenden Wassers, oder $\frac{340}{9790}$ d. i. beynahe $\frac{1}{27}$ des Volumens im Moment des Gefrierens betragen.

Ueberhaupt scheint das Zusammenziehen der Körper beym Gefrieren oder beym Gestehen nach der Schmelzung ein ganz allgemeines Phänomen zu seyn, und die wenigen Ausnahmen, wo eine größere Ausdehnung Statt findet, scheinet vorzüglich in der Krystallisation und in der Bildung der Blasen, welche die feste Masse ausdehnen, zu liegen. So scheinen sich Wasser, Eisen, Schwefel und Antimonium beym Uebergange in den festen Zustand auszudehnen. Vom Wasser s. m. den Artikel **Eis**.

Die meisten, und vielleicht alle Materien, krystallisiren sich beym Gefrieren oder beym Gestehen. Beym Quecksilber bemerkte schon **Braun**, wenn es nicht ganz vollkommen gefroren war, und der noch flüssige innere Theil abgegossen ward, daß die Oberfläche äußerst rauh, und gleichsam aus kleinen Kügelchen zusammengesetzt war. Auch **Hutchins** bemerkte, daß die innere Fläche sehr uneben und mit sehr vie-

len

len überzwerg laufenden Nadeln besetzt war, wovon einige Kügelchen, wie Knöpfe, hatten. M. s. **Krystalle.**

Ueber die Ursache des Gefrierens hat man verschiedene Meinungen gehabt. **Descartes** [α]), welcher die Festigkeit für Ruhe, und die Flüssigkeit für innere Bewegung der Theile annahm, glaubte, daß das Gefrieren eine Folge der schwächern Wirkung seines zweyten Elementes auf die Bewegung der Theile der Körper sey. Die gröbern Theile dieses zweyten Elementes sollen nach ihm stärker, die feinern aber schwächer wirken. Verschiedene Materien lassen bloß die feinern Theile in ihre Zwischenräume gelangen, woher ihre Theile wenig beweget werden, und folglich gar bald in Ruhe kommen und Festigkeit zeigen; das Wasser hingegen nimmt schon gröbere Theile auf, welche also die Theile desselben trennen und in Bewegung setzen; im Winter aber, wenn die subtile Materie sehr fein ist, setzen sich die Wassertheile in Ruhe, legen sich unordentlich über einander und bilden einen festen Körper.

Andere, welche eine kaltmachende Materie annehmen, sind der Meinung, daß diese Materie in die Zwischenräume der flüssigen Körper eindringe, sich daselbst festsetze, die freye Bewegung der Theile hindere, und auf diese Weise das Festwerden und die Vergrößerung des Volumens zu Wege bringe. Von der Natur der kaltmachenden Materie hat man aber wiederum verschiedene Meinung gehabt.

Verschiedene glaubten, daß die gemeine Luft die in die Zwischenräume der Theile der flüssigen Materie eindringende Materie sey, welche die Blasen des Eises erzeuge, und so das Volumen vergrößere; allein **Boyle** [β]) widerlegte schon diese Meinung, indem er zeigte, daß das Wasser auch in hermetisch verschlossenen Gefäßen mit Blasen gefriere, und das Oel beym Gefrieren sich zusammen ziehe.

Mußschen-

α) Princip. philosoph. natur. P. IV. propos. 48. und Meteor. C. I. §. 7.
β) Historia experimentalis de frigore. Lond. 1665. 8.

Musschenbroek *) nennet, das Gefrieren sey keine unmittelbare Folge der Kälte, sondern es rühre von einer eindringenden feinen Materie her, welche sich mit dem kalten Wasser mische, eine Gährung oder Aufbrausen verursache, und die Theile befestige. Die von ihm angeführten Gründe sind folgende: das Eis sey nicht in Ruhe; denn die in selbigem befindlichen Blasen würden beym Fortgange des Frierens größer, es zersprenge die Gefäße, dehne sich aus und dünste. Es schwelle zu sehr auf, ohne daß doch die Luft in den Blasen zusammengedrückt sey. Auch bleibe das Wasser mannigmahl flüssig, wenn gleich die Temperatur unter dem Eispunkte sey, besonders in Gefäßen, durch dessen Wände die kaltmachende Materie nicht dringen könne. In Holland gefriere es nicht beym Nordwinde, welcher über die kältesten Gegenden komme, sondern beym Ostwinde, welcher über viel Land gehe, und viel fremde Theile mit sich führe. Oftmahls schränke sich der Frost nur auf einen kleinen Strich Landes ein, und richte sich auch nicht nach den geographischen Breiten. Gefrornes Wasser sey zur Bereitung der Speisen nicht mehr so tauglich; Scheidewasser mache das Wasser wärmer, das Eis aber kälter; die Dicke des Eises richte sich nicht nach dem Grade der Kälte; Wasser in eine Mischung von Salz und Schnee gebracht, gefriere, indem die Mischung selbst schmelze. Allein alle diese Gründe sind bey weiten nicht hinreichend, zum Gefrieren der flüssigen Materie eine frostmachende Materie anzunehmen, da sich alle diese angeführten Umstände weit ungezwungener aus der Abwesenheit der Wärme herleiten lassen.

Nach der Meinung älterer Chemiker sollte die kaltmachende Materie in den Salzen und besonders im Salpeter enthalten seyn, welcher sich vorzüglich häufig in der Atmosphäre befinde. Die Theile dieses Salzes betrachtete man als spitzige Nadeln, welche sich an die sphärischen Wassertheilchen anlegten, und sie auf allen Seiten gleichsam mit Stacheln

*) Introductio ad philosoph. natural. §. 1504 sqq.

Stacheln umringten und in einander verwickelten. Selbst die Empfindung der Kälte sollte von der Wirkung dieser Spitzen auf unseren Körper herrühren. Die künstlichen Gefrierungen, welche man durch Mischungen von Eis oder Schnee mit Salpeter hervorbringen kann, schienen dieser Meinung günstig zu seyn. Allein es lassen sich die Erscheinungen der Kälte erklären, ohne eine kaltmachende Materie nöthig zu haben.

Winkler [α]) behauptet, es würden beym Gefrieren die sphärischen Wassertheilchen zertheilt und in kleinere Kügelchen oder eckige Körper getrennt, woraus er vornehmlich die Ausdehnung des Eises herleiten will. In einer neuern Schrift [β]) betrachtet er zwar die Festigkeit des Eises als einen natürlichen Zustand des vom Feuer verlassenen Wassers, erkläret aber die Vergrößerung des Volumens aus kleinen hohlen elastischen Kügelchen der Wassertheile, welche sich bey der Berührung vereinigen.

In den neuern Zeiten ist man in der Erklärung der Phänomene, welche beym Gefrieren wahrgenommen werden, glücklicher gewesen. Die Erfahrung hat nämlich hinlänglich bewiesen, daß durch Einwirkung der Wärme die mehresten festen Körper in flüssige, und umgekehrt durch Entziehung derselben die flüssigen wieder in feste verwandelt werden können. Daher sahe man ein, daß das Gefrieren der Flüssigkeiten kein verschiedenes Phänomen von dem der Schmelzung sey, und daß der Uebergang der verschiedenen Flüssigkeiten in feste Zustände bloß vom verschiedenen Grade der Wärme abhange. Soll ein Körper flüssig bleiben, so erfordert er allein einen bestimmten Grad freyer Wärme, und geht sogleich in den Zustand der Festigkeit über, wenn er von dieser Wärme etwas verlieret. Während des Ueberganges wird ein Theil der gebundenen Wärme, welche die Flüssigkeit bewirkte, frey und ersetzt den Verlust der freyen Wärme, daher auch der Körper zur Zeit des Gefrierens nicht

α) De caufis frigoris et glaciei Lipf. 1737.
β) Unde vim elafticam adipifcatur aqua rarefcens. Lipf. 1753. 4.

nicht weiter erkaltet. Nach der dynamischen Lehrart ließe sich nun die Erklärung der Phänomene des Gefrierens so geben: die zurückstoßende Kraft der Wärme bewirkt (bey verschiedenen Körpern freylich auch verschieden) bis auf einen gewissen bestimmten Grad eine solche Trennung der Bestandtheile der Körper, daß die qualitativen Anziehungen derselben bey diesem Grade flüssige Körper von eigener Natur hervorbringen; so bald aber die Wärme geringer wird, so erhalten die Bestandtheile der Körper ganz andere Verhältnisse gegen die Wärme, und die qualitativen Anziehungen derselben bilden Körper von ganz andern Eigenschaften und von ganz anderer Natur, als zuvor. So haben die Bestandtheile des Eises ein ganz anderes Verhältniß gegen die Wärme, als die des Wassers gegen die Wärme haben, und das Eis ist ein ganz verschiedener Körper vom Wasser. Daraus folgt aber keinesweges, daß die Theile des durchs Gefrieren entstandenen Körpers sich vollkommener berühren, als die Theile des flüssigen. Denn es ist an sich gar nicht widersprechend, daß bey größerer Einwirkung der Wärme die qualitativen Anziehungen von Stoffen einen Körper bilden, dessen Theile einer größern Berührung fähig sind, als im entgegengesetzten Falle. Auch läßt sich nicht behaupten, daß der eigentliche Zustand aller Körper, die Festigkeit und die Flüssigkeit, bloß eine Folge der Einwirkung der Wärme sey. Denn feste und flüssige Körper sind Substanzen von eigener Natur und eigenen Eigenschaften; ihre Bestandtheile haben nur verschiedene Verhältnisse gegen die Wärme.

Gefühl (tactus, tact, le toucher). Dieses Wort pflegt man in einem gedoppelten Verstande zu nehmen; erstlich versteht man darunter die Empfindung, welche in einem empfindlichen Theile des Körpers durch irgend einen Eindruck erreget wird; nachher aber begreift man darunter die Veränderung, welche von äußern Gegenständen in der Haut und besonders in den Fingerspitzen hervorgebracht wird. In diesem letztern Verstande wird das Wort **Gefühl** hier genommen.

Das Sinneswerkzeug des Gefühls sind die über den ganzen Körper verbreiteten Nerven. Die Haut, welche aus einem in einander gewebten, dichten Zellgewebe besteht, ist mit unzähligen kleinen Löchern versehen, durch welche die sogenannten **Nervenwärzchen** (papillae nerveae) hindurchgehen. Ueber dieser Haut ist das **malpighische Netz** (mucus f. rete Malpighii) gezogen, welches fast wie ein Schleim aussiehet, aber sich als eine Membran darstellen läßt. An den mehresten Stellen des Körpers ist es sehr dünne, und ebenfalls mit sehr kleinen Löcherchen durchbohrt. Den äußersten Ueberzug des ganzen Körpers macht das Oberhäutchen (epidermis f. cuticula). Sie ist eine zarte, halbdurchsichtige, weißgraue Membran, welche durch die Wirkung der äußern Luft nicht zerstöret wird, und welche sich nach der ganzen Oberfläche des Körpers formt und nach der Haut richtet; wo also diese letztere Hügelchen hat, wie z. B. bey den Nervenwärzchen, da hat sie dergleichen auch u. s. f. Man kann also die ganze Haut überall als das Sinneswerkzeug des Gefühls ansehen, wie wohl die Spitzen der Fußzehen, und noch mehr die Spitzen der Finger dazu besonders eingerichtet sind, weil an diesen vorzüglich die Nervenwärzchen vorkommen. Indem diese Nervenwärzchen gegen irgend einen Körper angedruckt werden, so erhalten sie davon eine Art von Erschütterung, die ihren Stämmen und endlich dem Gehirn mitgetheilet wird. Auf diese Weise fühlen wir die Härte, Weichheit, Rauhigkeit, Flüssigkeit, Wärme, Kälte u. s. f. Damit aber dieses Gefühl nicht schmerzhaft werde, so ist die Haut mit dem malpighischen Netz und mit dem Oberhäutchen überzogen. Die Nägel vermehren die Stärke beym Angreifen, und machen das Gefühl feiner, indem sie dem Druck des äußern Objektes widerstehen.

Wenn die Nervenwärzchen auf irgend eine Weise zerstöret oder gelähmet sind, so geht auch das Gefühl an dieser Stelle verloren.

Eine besondere und eigene Empfindung, welche durchs Gefühl

Gefühl zu Wege gebracht wird, ist der **Kitzel**, welcher in einer leichten Erschütterung der Nervenwärzchen besteht, und welcher lebhaft genug ist, um eine unangenehme Empfindung zu erregen. Diese Empfindung steht besonders mit der Einbildungskraft in einer genauen Verbindung.

Gegenden der Welt s. **Weltgegenden**.

Gegenfüßler, Antipoden (antipodes, antichtones, antipodes) heißen die Bewohner solcher Länder, welche einander dem Durchmesser nach gegen über stehen. So haben die Bewohner (fig. 39.) des Ortes a diejenigen, welche im diametral entgegengesetzten Orte wohnen, zu Antipoden und umgekehrt. Das Zenith der erstern ist das Nadir der andern und umgekehrt. Durch die Schwere werden beyde nach dem Mittelpunkte der Erde getrieben, und es stehen daher alle Bewohner auf der Erdoberfläche aufrecht, wiewohl sich einige Unerfahrne vorstellen, daß diejenigen, welche in einem Orte wohnen, der dem Orte a diametral entgegengesetzet ist, den Kopf niederwärts und die Füße aufwärts richteten. Dieß rührt aber bloß davon her, daß sie die Worte **oben** und **unten** auf den Ort a beziehen. Allein einem jeden Menschen heißt das oben, wohin sein Haupt gerichtet ist, und dasjenige unten, wohin seine Füße gerichtet sind. Daher mag sich auch der Mensch auf der Oberfläche der Erde aufhalten wo er will, so steht er daselbst auf der Erde allemahl aufrecht. Auch ist dieß alles hinlänglich durch die Erfahrung der vielen Weltumsegler bestätiget worden. In Vergleichung der beyden diametral entgegengesetzten Oerter auf der Oberfläche der Erde kehren die Bewohner derselben einander die Füße zu, woher auch die Benennung Gegenfüßler herzuleiten ist.

Hieraus folgt also, daß Gegenfüßler in gleichen aber entgegengesetzten Breiten wohnen, und ihre Längen von einander um 180° verschieden sind. Daher sind ihre Stunden gerade um 12 Stunden unterschieden, und ihre Jahreszeiten einander entgegengesetzet. Zu der Zeit also, da bey uns der Frühling angehet, fängt sich bey den Gegenfüßlern der

Herbst an, und wenn wir Mitternacht haben, so haben diese Mittag.

Den Gedanken von den Antipoden findet man schon bey den alten griechischen Weltweisen, zu deren Zeiten man die Kugelgestalt der Erde aus Schlüssen hergeleitet hatte. Mehrere Schriftsteller, als **Cicero**, **Plinius**, **Plutarch** u. dergl. erwähnen der Antipoden mit ausdrücklichen Worten, und zum Theil umständlich. Die Kirchenväter aber widersetzten sich der Meinung von der Kugelgestalt der Erde sehr heftig. **Lactantius** und **Augustinus** läugneten das Daseyn der Antipoden gänzlich, und **Cosmas** benennet die Vertheidiger der kugelähnlichen Gestalt der Erde, nomine Christiano indignos, qui sacram scripturam abnegent, utpote quae mundum esse tabernaculum testetur. Im achten Jahrhunderte nach Christi Geburth war **Vergilius**, welcher aus Irland nach Bayern gekommen war, das Christenthum zu predigen, ein Vertheidiger der Antipoden. Dieserwegen wurde er vom Pabst **Zacharias** in Bann gethan. Selbst in den neuern Zeiten erhielt sich das Vorurtheil wider die Meinung der Gegenfüßler noch lange Zeit, bis die Umsegler der Erde das Daseyn derselben außer allen Zweifel setzten.

M. s. *G. S. Bauer* Vergilius a Zacharia papa et Bonifacio ob assertos antipodes haereseos inique postulatus. Lips. 1752 4.

Gegengewicht (pondus contrarium, contrepoids) heißt überhaupt ein Gewicht oder auch eine andere bewegende Kraft an einem mechanischen Werkzeuge so angebracht, daß sie das Gewicht einer Last entweder vermindert oder gar aufhebt. So ist z. B. bey den abzuwägenden Körpern auf einer gemeinen Kramerwage das Gegengewicht in Rücksicht des Drucks eben so groß, wie der Druck des abzuwägenden Körpers. Bey der Lehre der Hebel überhaupt heißt das Gegengewicht, welches die an selbigem angebrachte Last im Gleichgewicht halten soll, die **Kraft**. M. s. **Hebel**.

Sonst gebrauchet man auch Gegengewichte zur Erleichterung der Bewegungen, wie z. B. beym Ziehbrunnen, dessen Ziehstange am sogenannten Schwengel befestiget ist. Hier wird nämlich an das eine Ende des Schwengels ein großer Stein oder Kloß befestiget, um das Heraufziehen des vollen Eimers mit Leichtigkeit zu bewirken, indem dieser Stein oder Kloß mit einem Theile der heraufzuziehenden Last das Gleichgewicht halten.

Gegenschattigte (antiscii, antisciens) nennt man die Bewohner solcher Oerter auf der Erdoberfläche, deren Schatten im Mittage auf die entgegengesetzte Seite fallen. Diese sind keine andern als diejenigen, welche in den gemäßigten Zonen auf verschiedenen Seiten des Aequators ihre Wohnungen haben. So sind die Bewohner der gemäßigten nördlichen Zone den Bewohnern der südlichen gegenschattig und umgekehrt. Der erstern ihr Mittagsschatten fällt auf die Nordseite, und der andern ihrer auf die Südseite.

Gegenschein, s. Aspekten.

Gegenwirkung, Reaction (reactio, réaction). Wenn ein bewegter Körper auf einen andern wirkt, so erleidet er dadurch selbst eine Veränderung. Man stellt sich gemeiniglich vor, daß derjenige Körper, welcher durch seine Bewegung auf einen andern wirkt, an diesem Widerstand finde, wobey die Bewegung des erstern Körpers eine eben so große Verminderung erleide, als groß seine Wirkung auf den andern ist. Es scheine daher, als ob dieser Widerstand der Bewegung des bewegten Körpers gleichsam einen Theil entziehe, oder sie ganz aufhebe; und eben diesen Widerstand gedenket man sich als eine Wirkung, und nennt sie **Gegenwirkung**. Nach dieser atomistischen Vorstellung nimmt man also an, daß der durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetzte Körper seine Bewegung vermöge der Trägheit fortsetze, mit dieser auf einen andern Körper wirke, und diesem gleichmäßige Bewegung mittheile. Wegen der Trägheit dieses andern Körpers werde aber der Bewegung des erstern Körpers ein Theil oder die ganze Bewegung entzo-

gen, bis sie beyde eine gleiche Geschwindigkeit nach einerley Richtung erhalten hätten.

Z. B. ein Pferd, welches 10 Centner ziehen könnte, an einen Stein gespannt, welchen zu bewegen 8 Centner Kraft nöthig sind, zieht diesen Stein mit dieser Kraft, überwindet seine Trägheit, und verlieret dadurch eben diese 8 Centner Kraft. Es geht daher fort, als ob es nur noch 2 Centner Kraft hätte, und der Stein folgt ihm so, als ob er nun keine Gewalt mehr erforderte, fortgeführet zu werden. Man stellt sich also vor, der Stein wirke zurück, entziehe dem Pferde 8 Centner Kraft, und übe eine Gegenwirkung aus.

Allein es bleibt hier ganz unerklärbar, auf welche Weise ein Körper einem andern einen Theil seiner Bewegung oder angewandten Kraft bloß darum, weil er träge ist, entziehen könne. Denn der Bewegung eines Körpers kann nichts widerstehen, als die Bewegung eines andern in entgegengesetzter Richtung, keinesweges aber Ruhe desselben. Trägheit also, d. i. bloßes Unvermögen, sich von selbst zu bewegen, kann gar keine Ursache des Widerstandes seyn. Es läßt sich daher schlechterdings keine Wirkung und Gegenwirkung anders denken, als so, daß man beyden Körpern ursprüngliche Kräfte (dynamische Kräfte), Zurückstoßung und Anziehung, beylege, welche noch vor aller Bewegung vorausgehen. Hiervon aber mit mehrerem unter dem Artikel **Mittheilung der Bewegung**.

Die Scholastiker lehreten schon, Wirkung sey nie ohne Gegenwirkung; genauer bestimmte aber **Newton** [α]), der Wirkung sey jederzeit eine gleiche Gegenwirkung entgegengesetzet, und führte diesen Satz als einen Grundsatz in der Naturlehre ein. Man ist aber beständig uneinig gewesen, wie die Möglichkeit der Gegenwirkung nach dem atomistischen Systeme sich gedenken lasse. Verschiedene, als z. B. **Hamberger** [β]), nahmen an, daß die Gegenwirkung oder der Widerstand, welchen der Körper, auf den ein anderer wirkt, ausübet,

α) Princ. philosoph. natur. axio. 3.
β) Elementa physices mathem. §. 36.

ausübet, eine wahre Kraft (Trägheitskraft) sey. **Hamberger** suchte diese Meinung durch folgende Erfahrungen zu beweisen: wenn man einen Keil in eine kleine gemachte Spalte eines Stück Holzes nur feste steckt, alsdann das Stück Holz umkehrt, so daß der Keil nach unten gekehret ist, und man schlägt nun mit einem Hammer auf die entgegengesetzte Seite des Holzes, so dringt der Keil in das Holz ein, und spaltet zuletzt; es scheint hier also der Keil der Richtung des Schlages sich entgegen zu bewegen, und folglich Gegenwirkung auszuüben. Wenn man aber diese Erfahrung näher untersuchet, so wird man darin das nicht finden, was bewiesen werden soll; sie läßt sich vielmehr natürlicher aus der Langsamkeit herleiten, womit sich Bewegungen mittheilen. Durch den Schlag aufs Holz wird nämlich demselben eine große Geschwindigkeit nach der Richtung des Schlages mitgetheilet. Mit diesem Moment der Geschwindigkeit beweget sich also das Stück Holz niederwärts, ehe sie noch dem Keil mitgetheilet werden kann; mithin verhält sich hier der Keil ganz leidend, die schnelle Bewegung des Holzes allein verursachet, daß der Keil tiefer eindringen müsse; oder: man lege eine kleine Schrotkugel nahe an den Rand eines Tellers, und stoße an den gegenüberstehenden Rand, so scheint sich das Kügelchen dem Stoße entgegen zu bewegen; im Grunde bewegt sich aber das Kügelchen nicht, sondern nur der Teller, welcher dem Kügelchen die Bewegung nicht sogleich mittheilen kann; der Teller geht darunter weg, und die entgegengesetzte Bewegung des Kügelchens, welche eine Gegenwirkung beweisen sollte, ist gar nicht vorhanden. Die übrigen von **Hamberger** angeführten Erfahrungen lassen sich alle auf die nämliche Art erklären. Uebrigens ist der Nahme Trägheitskraft ein Wort ohne alle Bedeutung. Nach dem atomistischen Systeme kann ein Körper nur von außen durch Stoß, Druck oder Zug Bewegungen erhalten, und es ist daher hiernach gar nicht zu begreifen, wie die Gegenwirkung möglich sey.

Herr **Gren** *) versteht unter Gegenwirkung eine wechselseitige Verminderung der Kraft und Gegenkraft. Er behauptet, daß die zur Bewegung der widerstehenden Materie angewandte Kraft nur in so fern vermindert werden könne, in so fern sie Widerstand findet, und daß sie diese mit keiner größern Geschwindigkeit bewegen könne, als welche nach Ueberwindung des Widerstandes übrig bleibe, nicht mit ihrer ursprünglichen. Ohne Widerstand sey keine Anwendung, d. h., keine Verminderung der Kraft möglich, und kein Körper könne in Bewegung gesetzet werden, wenn die bewegende Kraft und der Widerstand ursprünglich in ihm selbst sind. Um aber Herrn **Gren** recht zu verstehen, muß noch angeführet werden, daß er die Materie in **bloß träge**, und in **widerstehende** eintheilet. Jene soll der bewegenden Kraft keinen Widerstand leisten, wenn sie aus Ruhe in Bewegung gesetzet werden soll, dieß erfolge nur bey der widerstehenden Materie. Allein wozu soll diese Eintheilung, sie ist offenbar der Natur der Sache entgegen. Nach der dynamischen Lehrart, welche doch Herr **Gren** angenommen hat, ist keine Materie möglich, als durch zurückstoßende und anziehende Kräfte, und Materie phoronomisch betrachtet, gehöret nicht hierher; denn in diesem Falle kann ein mit Materie erfüllter Raum als ein Punkt betrachtet werden, und man hat es mit nichts weiter als mit der Bewegung, und was daraus folget, zu thun, wobey aber Trägheit gar nicht Statt finden kann; diese setzt wirkliche Materie voraus, folglich zurückstoßende und anziehende Kräfte. Dieß sind also die einzigen Kräfte, durch deren Wirkung Gegenwirkung mitgetheilet werden kann. Eine Materie, welche nicht ursprünglich bewegende Kräfte hätte, könnte, selbst wenn sie zufällig in Bewegung gerathen wäre, keine Kraft erhalten, die ihr ursprünglich gar nicht zukömmt; ja man müßte ihr Wesen in eine absolute Trägheit, d. h., in eine völlige Kraftlosigkeit setzen. Dieß ist aber ein Begriff ohne alle Bedeutung und ohne allen Sinn. Eine jede Materie ist träg und wider-

*) Grundriß der Naturlehre. Jena 1797. 8. §. 104.

widerstehend, und sie kann nur Gegenwirkung ausüben, weil ursprüngliche Kräfte ihr Wesen ausmachen. Da dies.r Artikel mit der **Mittheilung der Bewegung** zusammenhängt, so werde ich auch hiervon mit mehrerem unter diesem Artikel handeln.

Gegenwohner (antoeci, antéciens) heißen diejenigen Bewohner auf der Erdoberfläche, welche in einerley Mittagskreise, und in gleichen aber entgegengesetzten Breiten wohnen. Es haben also die Gegenbewohner zu gleicher Zeit Mittag und einerley Tageslänge, aber verschiedene Jahreszeiten, so haben unsere Gegenwohner Frühling, wenn wir Herbst haben u. s. f.

Gehör (auditus, ouie) ist der Sinn, durch welchen wir die Erschütterungen der Luft empfinden, welche bey dem Schall vor sich gehen. Daher sind die Gehörwerkzeuge theils aus Knorpeln, theils aus Knochen gebildet, um die Erschütterungen bis zu den Gehörnerven, und vermittelst dieser bis zum Gehirn fortzupflanzen.

Das äußerliche Ohr besteht aus einem muschelförmigen Knorpel, woran man verschiedene Erhabenheiten und Vertiefungen unterscheidet. Den äußern erhabenen Rand, welcher in der Höhle des Ohres anfängt, und sich nach hinten und außen bis zur Gegend des Oberläppchens herumschlägt, nennt man den **Helix**; unterhalb desselben läuft eine andere Erhabenheit, welche mit zwey Schenkeln anfängt, sich hernach einfach, beynahe parallel, neben dem Helix herumbiegt, und der **Anthelix** heißt. Die Furche zwischen dem Helix und Anthelix heißt die **ungenannte Vertiefung**. Vorn nach dem Gesichte zu ist ein großer mit kurzen Haaren besetzter Hügel, welcher der **Bock** oder **Tragus** genennet wird; diesem gegenüber, am Ende des Anthelix, liegt ein anderer kleiner Hügel, welcher **Antitragus** heißt. Die große innere Höhle des Ohres, die von allen diesen Erhabenheiten umgeben wird, hat den Nahmen der **Muschel** (concha, conque) erhalten; sie wird durch den Anfang des Helix in zwey ungleiche Hälften getheilet. Das ganze äußerliche Ohr

ist

ist mit etwas Zellgewebe und darüber mit den allgemeinen Decken überzogen; letztere bilden unten eine Art von Anhang, der mit hartem Fett ausgepolstiert ist, und das **Ohrläppchen** (lobulus auri) genannt wird. Das äußerliche Ohr verlängert sich in eine etwas zusammengedrückte knorpelige Röhre, die man den **knorpeligen Gehörgang** (meatus auditorius cartilagineus) nennt, und welche sich an den trichterförmig gebildeten äußeren Gehörgang des Schlafbeins anschließt. Der knöcherne Gehörgang, der sich von hinten nach vorne und von außen nach innen erstreckt, wird durch das **Trommelfell** (membranum tympani) begrenzt. Dieses ist eine schiefliegende, nach innen convexe, gefäßreiche, aus verschiedenen Blättern bestehende, sehr elastische Membran, welche eine im so genannten Felsenbein der Schläfe befindliche Höhle bedeckt, welche den Nahmen der **Pauke** oder **Trommelhöhle** (tympanum) führt. Das Trommelfell liegt bey Kindern in einem eigenen knöchernen Ringe, welcher in der Folge mit dem Felsenbein völlig verwächst. Die Trommelhöhle selbst hat eine rundliche Figur, und liegt mit ihrem Boden etwas aufwärts gerichtet. Sie enthält die Gehörknöchelchen, deren man drey zählet, nämlich den Hammer, Ambos und Steigbügel. Am **Hammer** (malleus) unterscheidet man den Kopf, welcher an der Decke der Trommelhöhle befestiget ist, und sich daselbst mit dem Körper des Amboßes verbindet; von demselben geht der ziemlich lange Griff nach dem Trommelfell, und legt sich zwischen die Lamellen desselben; unter dem Griff ist ein kurzer, gegen das Trommelfell gerichteter Fortsatz, und endlich geht nach vorn hin ein langer, etwas gekrümmter dünner Fortsatz ab, welcher sich in eine eigene Furche des Knochens festsetzt. Der **Ambos** (incus) hat einen dicken Körper, welcher mit dem Kopf des Hammers durch eine Art von Gelenk verbunden ist. Von demselben gehen zwey Schenkel ab; der kürzere befestiget sich oben am Knochen; der längere läuft fast mit dem Griff des Hammers parallel und verbindet sich zuletzt mit dem Steigbügel. Die Spitze des Steig-

bügels

bügels (stapes) verbindet sich vermittelst eines plattrunden Knöpfchens, das man gewöhnlich als einen eigenen Knochen ansiehet, mit dem langen Schenkel des Amboßes; seine Grundfläche oder Basis aber, die eine beynahe länglichrunde Figur hat, ruht auf dem sogenannten eyförmigen Fenster. Diese Knöchelchen, die wie die Trommelhöhle selbst mit einer zarten, gefäßreichen Beinhaut überzogen sind, werden durch eigene kleine Muskeln dergestalt bewegt, daß dadurch hauptsächlich das Trommelfell in eine stärkere Spannung gebracht, und wieder erschlafft werden kann. Im Boden der Trommelhöhle sieht man eine Erhabenheit, welche den Nahmen des **Vorgebirges** (promontorium) führet, und sich um ein rundes Loch herumzieht, welches die Mündung der Schnecke ausmacht. Man nennt dieses Loch das **runde Fenster** (fenestra rotunda); im frischen Zustande ist es mit der feinen Beinhaut der Trommelhöhle und Schnecke verschlossen. Ueber diesem Loche liegt ein anderes, von beynahe eyförmiger Figur, welchem man den Nahmen des **eyrunden Fensters** (fenestra oualis) gegeben hat; es führet gegen den Vorhof, ist aber mit dem Steigbügel völlig bedeckt. Um dieses Fenster herum läuft ein Canal weg, welcher im innern Gehörgange (meatus auditorius internus) seinen Anfang nimmt, und welcher der **fallopische Canal** genannt wird; er enthält die harte Portion des siebenten Gehirnnerven. Neben diesem Fenster nach hinten zu, liegt eine kleine Art von Pyramide, aus deren hohler Spitze eine, wie ein feiner Faden aussehende, zarte Sehne hervorgehet, und sich an die Spitze des Steigbügels festsetzet. Der kleine aber sehr deutliche Muskel, zu welchem diese Sehne gehöret, kann den Steigbügel seitwärts so anziehen, daß er sich vorn von diesem Loch abbegibt, und nach hinten sich tiefer in dasselbe eindrückt; die Trommelhöhle selbst aber, welche alle diese Theile in sich faßt, wird durch die im Zitzenfortsatz des Schläfenbeins enthaltenen Zellen vergrößert; nach vorn aber gehet aus ihr ein Canal hervor, welcher an der Trommelhöhle knöchern ist, nachher knorpelig wird, und sich

zuletzt

zuletzt häutig endiget. Dieser Canal, welcher die **eustachische Röhre** (tuba Eustachiana) genannt wird, öffnet sich zur Seite der hintern Nasenöffnung, und ist inwendig mit einer Fortsetzung der Schleimhaut der Nase überzogen, und daher immer mit einem dünnen Schleim angefüllt, welcher sich bis in die Trommelhöhle ergießet. Wenn diese Röhre ganz verstopfet ist, so entsteht eine Art von Taubheit.

Im innersten des Felsenbeins liegt eine Höhle, die man den **Vorhof** (vestibulum) nennt, und in welche man aus der Trommelhöhle durch die eyrunden Fenster gelangen kann. Dieser Vorhof hat neben sich vorn die Schnecke, nach hinten aber die drey halbzirkelförmigen Canäle liegen; alle diese Theile aber heißen zusammen das **Labyrinth**. Diese halbzirkelförmigen Canäle, von welchen zwey vertikal gerichtet sind, der dritte aber eine horizontale Lage hat, öffnen sich mit 5 Mündungen in den Vorhof, weil die beyden größten Canäle mit ihrem einen Ende zusammenfließen. Die **Schnecke** (cochlea) hat im rechten Ohr die Figur einer rechts gewundenen, im linken Ohr aber die einer links gewundenen Gartenschnecke von 2½ Windungen. Sie liegt so, daß ihre Basis nach hinten und gegen die Höhle des Schädels, ihre Spitze aber auswärts gerichtet ist. Eigentlich stellt sie eine allmälig sich verengernde Röhre vor, welche zum Theil um eine Spindel gewunden, und durch eine Scheidewand der Länge nach in zwey Hälften getheilet ist. Diese Scheidewand, welche man das **spiralförmige Blatt** (lamina spiralis) nennt, fängt im Vorhof an, windet sich in der Schnecke fort, wird dabey immer schmäler, und endiget sich unter der Decke oder Kuppel der Schnecke in einen freystehenden Haken. Sie ist da, wo sie um die Spindel herumläuft, knöchern, und besteht aus zwey dünnen über einander liegenden Knochenblättchen; da, wo sie gegen die äußere Wand der Schnecke selbst gerichtet ist, besteht sie aus dem feinen Beinhäutchen, welches jene Knochenblätter bedecket, und hier die Scheidewand vollständig macht; man pflegt diesen häutigen Rand zona zu nennen.

Die

Die vermittelst des spiralförmigen Blattes von einander abgesonderten beyden Hälften der Schnecke stehen nur unter der Kuppel in Gemeinschaft, übrigens aber sind sie völlig von einander getrennt: man nennt sie **Treppen** (scalae) der Schnecke. Die innere oder hintere fängt mit dem runden Fenster an, und heißt daher die **Treppe der Trommelhöhle** (scala tympani); die vordere öffnet sich in den Vorhof, und heißt daher die **Treppe des Vorhofs** (scala vestibuli). Die Basis der Schnecke ist gegen den innern Gehörgang gerichtet, und hat in der Mitte ein kleines Loch, das die Mündung eines Canals ist, welcher der Länge nach durch die Spindel geht, und sich unter dem Häkchen endet. Um die ganze Spindel herum sieht man feine Löcher, welche mit diesem Canal Gemeinschaft haben. Das ganze Labyrinth ist mit einem feinen Wasser angefüllt, das von den zarten Arterien der Beinhaut dieses Theils ausgehaucht, und durch zwey dünne Canäle geführet wird, wie die Herrn **Cotugni** [α]) und **Mekel** [β]) entdecket haben. Der eine Canal fängt im Boden des Vorhofes an, und endigt sich gleich hinter dem innern Gehörgange, der zweyte kömmt vom Anfang der Schnecke, und öffnet sich neben und unter dem innern Gehörgange; beyde ergießen ihr Wasser in den benachbarten sinum transuersum, nahe an der fossa iugulari.

Unter den Nerven, welche zum Ohre gehören, sind vorzüglich die der innern Gehörwerkzeuge merkwürdig, die aus dem siebenten Nervenpaar, welches man daher auch das **Paar der Gehörnerven** nennt, entspringen. Dieser Nerve bestehet aus zwey Portionen, welche eigentlich zwey besondere und nur neben einander liegende Nerven sind, zwischen welchen man bey ihrem Austritt aus dem Gehöre noch etliche einzelne feine Fädchen wahrnimmt. Beyde gehen in den innern Gehörgang, trennen sich aber bald aus einander. Die eine Portion ist kleiner und härter; sie tritt gleich in den fallopischen Canal, und geht zu demselben durch

α) De aquaeductibus auris humanae internae. Neap. 1760. 4.
β) Diss. de labyrinthi auris contentis. Argent. 1777. 4.

durch das foramen stylo - mastoideum heraus, um sich mit vielen Zweigen in das Gesicht zu verbreiten. Bey ihrem Durchgang durch diesen Canal kömmt sie mit dem Anfang des großen Intercostalnerven in Verbindung und gibt einen Faden von sich, welcher zwischen dem Hammer und Ambos wegläuft, und sich mit dem Zungennerv vereiniget, welcher aus dem dritten Ast des fünften Nervenpaars abgeht; dieser merkwürdige Faden wird, wegen seines Laufs hinter dem Trommelfell, chorda tympani genannt. Die andere Portion des siebenten Nervenpaars ist größer, als jene, und ganz weich. Sie vertheilt sich gleich, so wie sie in den innern Gehörgang gelangt ist, in verschiedene Fäden, die theils zur Schnecke gehören, theils in den Vorhof dringen, und in demselben eine breyartige Haut bilden, welche sich bis in die halbzirkelförmigen Canäle fortsetzet. Der Faden, welcher zur Schnecke gehöret, läuft durch den in der Spindel befindlichen Canal, und gibt unzählige feine Fädchen von sich, die durch die zarten, an der Spindel befindlichen Löcher hervorgehen, sich zwischen die Knochenblättchen des spiralförmigen Blattes begeben, und sich bis in den häutigen Rand dieses Blattes erstrecken. Da das spiralförmige Blatt immer schmäler wird, je näher es an die Spitze der Schnecke kömmt, so werden die Nervenfädchen immer kürzer, je höher sie aus dem Canal der Spindel hervorgehen. Diese zarten Nervenfädchen sind mit den feinen Gefäßen untermischt, welche zur Schnecke gehören.

Die Art, wie das Gehör hervorgebracht wird, ist die, daß die Erschütterungen der Luft, welche beym Schalle vor sich gehen, zuerst auf das äußerliche Ohr fallen, und von demselben gegen den äußerlichen Gehörgang getrieben werden, in welchem sie sich vereinigen. Hier trifft der Schall das Trommelfell, und erschüttert dasselbe; damit aber die Erschütterung nicht zu heftig werde, und das Trommelfell zersprenge, wie bey einem sehr heftigen und nahen Schall geschehen kann, so weicht die in der Trommelhöhle enthaltene und durch die eustachische Röhre eindringende Luft durch

eben

eben diese Röhre wieder aus. Die Erschütterung des Trommelfells erschüttert aber auch die Gehörknöchelchen, und pflanzt sich durch den Steigbügel bis zum Vorhof, und durch die Membran des runden Fensters bis zur Schnecke fort. Da aber das ganze Labyrinth mit einem feinen Wässerchen angefüllet ist, so muß dieses Wässerchen erzittern, und die im Labyrinth enthaltene Nervensubstanz des Gehirnnerven gelind erschüttern, worauf sodann die in diesem Nerven vor sich gehende Veränderung bis ins Gehirn fortgepflanzet wird. Das Wässerchen im Labyrinth dient offenbar dazu, um zu verhindern, daß die weiche, breyartige Substanz des Gehirnnerven nicht zu heftig erschüttert werden möge. Der Nutzen der so sehr künstlich gebildeten Schnecke läßt sich zwar nicht genau bestimmen; doch scheinet es, da sie den Vögeln fehlet, daß sie mehr zur genauern Unterscheidung der Tiefe und Höhe der Töne, als zur Empfindung von einem Schall überhaupt gehöret, weil man nämlich die auf dem spiralförmigen Blatte laufenden zarten Nerven wohl als eben so viel immer kürzer werdende Saiten ansehen kann, welche gleichsam die einzelnen Töne wiederhohlen. Die gar zu hohen Töne fallen uns lästig, weil sie die zarten Nerven zu schnell und zu heftig erschüttern, so daß sie wohl gar zerreißen können. Beym Zersprengen des Trommelfells aber entsteht nicht immer völlige Taubheit.

M. s. Anfangsgründe der medicinischen Anthropologie und der Staatsarzneykunde von **D. Just. Chr. Loder** S. 248. u. f. Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu, auctore *Ant. Scarpa.* Pavia 1789 fol.

Geist, Spiritus (spiritus, esprit) ist eine Flüssigkeit, welche durchs Destilliren aus den Körpern erhalten wird, aus flüchtigen, die Nerven reitzenden Theilen bestehet, und sich in allen Verhältnissen mit Wasser vermischen läßt. Es gibt drey Hauptarten von Spiritus: **brennbare, saure, alkalische.**

Zu den brennbaren gehören die flüchtigsten und feinsten Theile der wesentlichen Pflanzenöle, oder der **Spiritus**

Rector, und die eigentlichen **brennbaren Geister** (spiritus inflammabiles), welche alle gegohrne, weinartige Getränke bey der Destillation geben, als Wein, Bier u. dergl. M. s. **Weingeist**.

Zu den sauren rechnet man alle durch die Destillation erhaltene Säuren. Den aus dem Mineralreiche gewonnenen gibt man den Nahmen von denjenigen Substanzen, woraus sie erhalten werden, wie Salpetergeist, Schwefelgeist; bey den aus dem Pflanzen- und Thierreiche pflegt man das Beywort sauer hinzuzusetzen, weil dergleichen Substanzen noch andere nicht saure Geister liefern, z. B. saurer Ameisengeist u. s. f.

Zu den dritten gehören die flüchtig alkalischen Geister aus dem Salmiak, gefaulten Pflanzen und thierischen Substanzen, wie z. B. der Hirschhornspiritus, der flüchtige Salmiakgeist u. s. f.

M. s. **Macquer** chymisches Wörterbuch, Artikel **Spiritus**.

Gemälde, elektrisches s. **Zaubergemälde**.

Geocentrisch (geocentricum, géocentrique) heißt dasjenige, was sich auf den Mittelpunkt der Erde beziehet, oder wovon man sich gedenket, daß es aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet wird. Die Stelle, welche ein Planet aus dem Mittelpunkt der Erde gesehen unter den Fixsternen einnehmen würde, heißt sein **geocentrischer Ort**, und dessen Länge und Breite die **geocentrische**. Dieser Planet wird an eben derselben Stelle aus demjenigen Orte der Erdoberfläche gesehen, welche ihn zu der Zeit im Scheitel hat. Von dem geocentrischen Orte unterscheidet man den **heliocentrischen** und den **wahren Ort**. M. s. **Heliocentrisch**.

Geogenie, Geogonie (geogonia). Hierunter versteht man die Lehre von der Entstehung und Bildung unserer Erdkugel. Sie ist ein Theil der physischen Geographie. M. s. den Artikel **Erdkugel**.

Geographie, Erdbeschreibung (geographia, géographie) ist im Allgemeinen die Lehre von der Erde. Besonder

sonders wird sie eingetheilet in die **mathematische**, **physische** und **politische**. Die mathematische Geographie gibt Unterricht von dem, was bey der Erde einer Ausmessung fähig ist. Sie zeiget also, wie man die Figur der Grenzen großer Länder und Meere, und die Lage und die Entfernungen der merkwürdigen Oerter von einander durch Messungen finden, und dieß alles in Zeichnungen bringen könne; die **physische** handelt von ihrer natürlichen Beschaffenheit, Bildung, Veränderung, den Theilen ihrer Oberfläche, dem festen Lande, Gewässern, Inseln, Bergen u. dergl. und heißt auch bisweilen **Naturgeschichte der Erde**. Die politische endlich gibt Unterricht von den bürgerlichen Abtheilungen der Erdoberfläche.

Die mathematische und physische Geographie, welche die natürliche Beschaffenheit der Erde betreffen, begreift man zusammen unter dem Nahmen der **allgemeinen Erdbeschreibung**, und diese gehöret eigentlich zur Physik. Sie wird in verschiedene besondere Abschnitte getheilet, welche eigene Nahmen führen, z. B. **Ichnographie**, **Hydrographie**, **Gebirgslehre** u. s. f.

Der Grund dieser Wissenschaft wurde durch die Reisen der ältesten Völker wegen Handelsgeschäften, besonders durch die Seereisen der Phönicier geleget. Die Erfindung der Schifffahrt gab hierzu vorzügliche Gelegenheit, ob man es gleich anfänglich nicht wagte, sich von den Küsten zu entfernen. Dadurch lernten doch wenigstens die Phönicier und Griechen den größten Theil der Küsten des mittelländischen Meeres und der anliegenden Länder kennen. Besondere eigennützige Absichten aber, so wie der Hang zum Wunderbaren gaben Veranlassung, die Berichte der Reisenden mit abgeschmackten Fabeln zu vermischen, wovon sich in den geographischen Schriften der Alten auffallende Beyspiele finden.

Auf die sphäroidische Gestalt der Erde wurde man gar bald durch die Beobachtungen der Mondfinsternisse und des Unterschiedes der Mittagshöhen der Gestirne geleitet. **Thales** und andere griechische Weltweise verbreiteten in ihren

Schulen Kenntnisse von den Gestirnen und der Sonne, und deren Verhältnisse gegen die übrigen Planeten und vorzüglich gegen die Erde. **Des Thales** Schüler, **Anaximander**, war nach den Berichten des **Strabo** α) der erste, welcher eine Zeichnung vom Umfange der Erde und des Meeres (d. i. von den Küsten der damahls bekannten Länder) gemacht, so wie **Hekatäus** die erste Erdbeschreibung abgefasset hat. Von Massilien aus, einer damahligen republikanischen Colonie der Phocenser, dem heutigen Marseille, wurde **Pytheas** ausgesandt, um gegen Norden neue Entdeckungen zu machen. Er kam bis Thule (Island), und gab Nachricht, daß er am längsten Tage die Sonne nicht habe untergehen gesehen. **Strabo** führet aus seiner Schrift unter andern noch folgende seltsame Worte an: ait, hunc de Thule et istis locis ita narrare, neque terram ibi porro esse, neque mare, neque aerem, sed quippiam ex his concretum, pulmonis marini simile, in quo terra et mare sublimia pendeant, atque vniuersa, hocque esse quasi vinculum vniuersi, neque pedibus accessum, neque nauibus, ac formam pulmonis se ipsum vidisse, cetera audita percepta referre. Die Carthaginienser, als eine der Handlung ganz ergebene Nation und Colonie der Phönicier, erweiterten ebenfalls die Kenntniß fremder Länder. **Hudson** β) hat von diesem Zeitalter einige geographische Schriften angeführet. Eine weit größere Erweiterung erhielt die mathematische Geographie in der alexandrinischen Schule. **Eratosthenes** war der erste, welcher die Größe der Erde berechnete, und **Hipparch** lehrte die Bestimmung der Lage der Oerter durch Länge und Breite, die Erfindung der Längen aus den Mondfinsternissen, und die Methode, die Kugel auf einer Ebene zu entwerfen. Endlich trug auch hier **Ptolemäus**, im zweyten Jahrhunderte nach Christi Geburt, die geographischen Kenntnisse seiner Zeit in eine vollstän-

α) Geograph. L. I. p. 5.

β) Geographiae veteris scriptores graeci minores III. Vol. Oxon. 1698 — 1712. 8.

vollständige Sammlung zusammen α), welcher **Agathodämon** Zeichnungen oder Landcharten beygefüget hat. Die den alten bekannte Welt hat sich hiernach nicht über 124° in die Länge und 84° in die Breite erstrecket, selbst die Länder mit einbegriffen, von deren Daseyn man nur Vermuthung hatte.

Von der physischen Geographie trifft man eine sehr große Menge, aber größtentheils unzuverlässiger und fabelhafter Nachrichten in den Schriften des **Aristoteles** und **Plinius** an; auch die Schriftsteller der politischen Geographie, wie z. B. **Pomponius Mela**, **Strabo** und andere haben manches hierher Gehörige mit angeführet.

In dem neunten Jahrhunderte wurde von einem Kalifen, **Al-Mamon** eine Erdmessung veranstaltet, und in einem der folgenden Jahrhunderte der Seecompaß erfunden. M. s. **Compaß**. Seit dieser Zeit wurde auch die Schifffahrt in einen vollkommenen Zustand versetzet, wobey sich besonders die Portugiesen im 14ten Jahrhunderte durch den Prinzen **Heinrich von Seefahrer** berühmt machten. Ueberhaupt hatte man zu diesen Zeiten bis ins 16te Jahrhundert einen großen Hang zur Länderentdeckung, welches sehr wichtige Folgen nach sich zog. Im Jahre 1486 entdeckte der Portugiese Bartholomäus Diaz die Umfahrt um die südliche Spitze von Afrika, und gab dadurch seiner Nation zum ostindischen Handel Gelegenheit, welcher bisher in den Händen der Venetianer gewesen war. Nicht lange darnach, im Jahre 1492, wurde die neue Welt, oder der vierte Welttheil von **Christoph Colom** oder **Columbus** entdecket, deren Geschichte **Robertson** β) so schön erzählet hat. Diese Entdeckung hat man dem **Colom** streitig machen wollen, indem sie **Strüven** γ) vielmehr dem nürnberger Patricier, **Martin Behaim**, zuschreibt, welcher sich in Portugall und auf der azorischen Insel Fayal aufhielt, viele

 Seereisen

α) Γεωγραφικῆς ἐξηγήσεως s. geographicae enarrationis libri VII.
β) Geschichte von Amerika, a. d. Engl. III. Theile Leipz. 1777 8.
γ) Diss. de vero noui orbis inuentore. Frf. 1714. 4.

Seereisen machte, und künstliche Erdkugeln verfertigte. Eine solche Erdkugel bildete **Doppelmayer** α) ab, worauf wirklich an der Stelle, wo Amerika liegt, festes Land, aber zusammenhängend mit Asien, angegeben ist. Auch führet er an, **Wagenseil** β) habe aus dem behaimischen Familienarchiv Urkunden abdrucken lassen, aus welchen erhelle, daß **Behaim** 1485 in Brasilien gelandet sey, ja sogar die magellanische Meerenge entdecket haben soll. Hierzu kömmt noch, daß **Ferrara**, ein sehr glaubwürdiger spanischer Geschichtsschreiber, den berühmten Kosmographen und Verfertiger künstlicher Erdkugeln, **Martinus de Bohemia**, als einen Freund des Columbus nennt. Allein die angeführten Urkunden scheinen dem Behaim mehr zu zuschreiben, als es wirklich seyn sollte, und außerdem hatte man damahls die Meinung, daß sich Asien bis gegen das atlantische Meer erstrecke, woraus dann also wohl folget, daß man die verdiente Ehre dieser Entdeckung dem **Colom** nicht absprechen kann. Im Jahre 1519 wurde endlich auch die erste Umschiffung der Erde von **Ferdinand Magellan** unternommen, wodurch die Kugelgestalt der Erde außer Zweifel gesetzet wurde.

Ueberhaupt erhielt zu dieser Zeit die Geographie eine ganz andere Gestalt, indem die Lage der Oerter auf der Erdoberfläche, Entfernungen der himmlischen Körper von der Erde u. s. f. durch die immer sich mehr vervollkommnende Astronomie bestimmt wurden. Alles, was man im 17ten Jahrhunderte von der Geographie wußte, trug **Riccioli** γ) in einem in seiner Art ganz eigenen Werke vollständig zusammen. Noch mehr Erweiterungen erhielt die Geographie durch die Errichtungen der Gesellschaften in Frankreich und England. Diese stellten zur genauern Kenntniß unserer Erde oft kostbare Reisen an, erfanden zuverlässigere Methoden,

α) Nachricht von den nürnbergischen Mathematikern u. Künstlern. Nürnberg 1730 fol.
β) Sacra parentalia Behaimiana.
γ) Geographia et hydrographia reformata, Venet. 1665. fol.

den, die Größe der Erde zu bestimmen, die geographischen Längen und Breiten der Oerter zu finden, und eben daher eine große Verbesserung bey Verfertigung der Landcharten zu bewirken. Folgen aus den Schwingungsbewegungen, besonders flüssiger Massen, gaben **Huygens** und **Newton** Veranlassung, zu vermuthen, daß unsere Erde eine sphäroidische Gestalt haben müsse. Hieraus erfolgten Abmessungen auf der Erdoberfläche, durch welche in der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts die sphäroidische an den Polen abgeplattete Gestalt der Erde außer allen Zweifel gesetzet wurde. In den neuern Zeiten sind die geographischen Entdeckungen auf der Erdfläche durch unzählige Beobachtungen auf manchen von den Franzosen, Engländern, Spaniern, Russen und Schweden veranstalteten See- und Landreisen vervielfältiget, die Lagen vieler Oerter genauer bestimmt, und die Landcharten zu einem höhern Grade der Vollkommenheit gebracht worden. Bey alle dem fehlt es noch viel, die Oberfläche unserer Erde genau zu kennen, ja selbst in vielen bekannten Ländern ist die Lage der meisten Oerter noch sehr unbestimmt.

Die mathematische Geographie ist in verschiedenen sehr schätzbaren Schriften vollständig abgehandelt worden, von **Mallet** [α]), **Bode** [β]), und vorzüglich **Kästner** [γ]); auch findet man die ersten Grundsätze, worauf die Geographie zu bauen ist, von **Maupertuis** [δ]) kurz abgefaßt; Anfängern besonders ist die Schrift des Herrn **Walch** [ε]) zu empfehlen.

 Was

α) Allgemeine oder mathematische Beschreibung der Erdkugel, aus dem Schwed. übersetzt von Röhl. Greifsw. 1774. gr. 8.

β) Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, mit einer Charte und Kupfer. Berlin. 1786. gr. 8.

γ) Weitere Ausführung der mathematischen Geographie. Göttingen. 1795. 8.

δ) Elémens de géographie. à Paris 1742. 8.

ε) Ausführliche mathematische Geographie. Göttingen 1783. 8.

Was die physische Geographie betrifft, so ist diese besonders von **Lulofs** [α]), **Bergmann** [β]) und **de la Metherie** [γ]) abgefasset worden. Das Unentbehrlichste findet man aber auch in andern mathematischen Lehrbüchern der angewandten Mathematik, und von beyden zugleich bey **Wiedeburg** [δ]).

Geologie (geologia, géologie). Dieser Nahme, welcher die Lehre von der Erde bedeutet, ist von einigen Schriftstellern der physischen Geographie, von andern aber der physischen und mathematischen zugleich beygeleget worden. So werden vom Herrn **de Lüc** seine und des Herrn **de Saussüre** gemachte Untersuchungen über die Beschaffenheit der Erde geologisch genannt; und Herr **Sack** [ε]) hat unter diesem Nahmen eine mathematische und physische Erdbeschreibung abgefaßt.

Georgsplanet s. **Uranus**.

Geräusch, **Getöse** s. **Schall**.

Gerinnung (coagulatio, coagulum, coagulation) ist ein Ausdruck der Chemisten, um überhaupt solche Operationen anzuzeigen, durch welche Körper aus dem flüssigen Zustande in den festen übergehen. So sind z. B. Arten der Gerinnungen das Gefrieren, das Festwerden, das Gestehen, Eindicken, Niederschlagen, Buttern, Laaben u. d. g.

Besonders aber wird der Nahme Gerinnung nur einigen Arten beygeleget, wohin gehören 1. das freywillige Gestehen des Blutes, der Milch und einiger Pflanzensäfte an der Luft. Das Blut ist sogleich einer Gerinnung unterworfen, so bald es keine Cirkulation im Körper mehr äußert. Aller Wahrscheinlich-

α) Einleitung zur mathematischen und physikalischen Kenntniß der Erdkugel, aus dem Holländ. von Kästner. Götting. und Leipz. 1755. gr. 4.

β) Physikalische Beschreibung der Erdkugel, aus dem Schwedischen von Röhl. Dritte Aufl. mit Verbesserungen und Vermehrungen. Greifsw. 1790. II. Bände. 8.

γ) Theorie der Erde, aus dem Franz. von Eschenbach. 1797 — 1798. III Theile.

δ) Einleitung in die physisch-mathem. Cosmologie. Gotha 1776. gr. 8.

ε) Geologie oder Betrachtung der Erde. Breslau 1785. 8.

scheinlichkeit nach ist die Annahme der Wärme davon Ursache, wodurch die Bestandtheile des Blutes eine nähere Verbindung eingehen; 2. die Gerinnung des Eyweißes, der Milch und anderer thierischer Säfte durch die Wärme. Nach **Martins** Beobachtungen ist dazu eine Wärme von 156 Grad nach Fahrenheit erforderlich; 3. Gerinnung der Oele durch Säuren, der Milch durch Säuren, Laugensalz und Weingeist u. s. f.

Bey allen Arten von Gerinnungen scheint die Wärme ein vorzügliches Agens zu seyn, nachdem nämlich die Grundstoffe der einer Gerinnung fähigen Körper verschiedene Verhältnisse gegen die Wärme haben, nachdem wandeln sie sich in ganz andere Körperarten um. Daß die Milch durch einige Tropfen Säure sogleich gerinnt, scheint auf folgenden Gründen zu beruhen: durch das Eintröpfeln der Säure entsteht Wärme, und dadurch werden die Bestandtheile der Milch zurückgestoßen, und der Sauerstoff, welcher schon wesentlich in der Milch enthalten ist, bewirket neue Verbindungen dieser Bestandtheile, wodurch der käsige und wässerige Theil von einander getrennet werden.

Die feste oder consistente Substanz, welche durch eine Gerinnung aus zwey verschiedenen Flüssigkeiten entstanden ist, heißt ein **Coagulum**, eine **geronnene Substanz**.

Geruch (odoratus, olfactus, odorat) ist der Sinn, wodurch wir die Gerüche mittelst der Ausflüsse der Körper empfinden. Das Werkzeug dieses Sinnes ist die **Schleimhaut** (membrana pituitaria narium s. membrana schneideriana), welche im Innern der Nase sich befindet, löcherig, sehr gefäßreich, ungemein empfindlich, und vorn gegen die Nasenlöcher zu mit Haaren besetzet ist. Zum eigentlichen Sinne des Geruchs aber gehöret der erste Gehirnnerv, der daher auch der **Geruchsnerv** (neruus olfactorius) genannt wird; dieser senkt sich mit mehreren feinen Fäden durch die Siebplatte in die Nase, und verbreitet sich hauptsächlich auf der Scheidewand der Nase, theils aber auch gegen die Muscheln. Diese fast nackend liegenden Nerven werden

durch den Schleim gegen das Austrocknen, und gegen die andern schädlichen Wirkungen der durch die Nase streichenden Luft zwar hinlänglich geschützt, doch aber bleibt ihnen noch ein sehr hoher Grad von Empfindlichkeit übrig. Hieraus sowohl, als aus der Nähe des Gehirns, läßt sich erklären, warum die Wirkung starker Gerüche, sogar bey Scheintodten und in Ohnmacht liegenden, so schnell erfolget.

Wenn wir riechen wollen, so ziehen wir die mit den flüchtigen, öligen und salzigen Theilen der riechbaren Körper angefüllte Luft in die Nase: diese Theile berühren dann die feinen Zweige der Geruchsnerven, und so pflanzt sich die Empfindung davon bis zum Gehirn fort. Die Salz- und Oeltheilchen, welche der Geschmack unterscheidet, scheinen weniger fein und flüchtig zu seyn, als die, welche den Geruch erregen; doch kann auch der Unterschied schon darin zum Theil liegen, daß die Nerven der Zunge mit dickern Häuten überzogen sind, als die Nerven der Nase. Bey vielen Thieren ist der Geruch weit feiner, als bey dem Menschen, welchen ein ganz feiner Geruch vielleicht zu lästig gewesen wäre; doch läßt sich der Geruch durch Uebung eben sowohl schärfen, als durch Nachlässigkeit stumpfer machen. Daher kömmt es, daß manche wilde Nation die Spur von Menschen und Thieren durch den Geruch entdecken können, und daß hingegen Leute, welche in stinkender Luft leben, wenig oder gar nichts riechen. Merkwürdig ist es auch, daß die mehresten Wahnsinnigen an Schnupftaback, und an allem, was die Nase gelinde reizt, ein großes Vergnügen finden.

Auch kann der Geruch durch Krankheit geschwächet werden. Beym Schnupfen wird die Schleimhaut mit einem zähen und häufigen Schleime überzogen, welche theils ihre ganze Substanz anschwellet und sie zur Empfindung der Gerüche unfähig macht, theils auch die Luft abhält, die Ausflüsse der Körper an die Nerven zu bringen.

M. s. Anfangsgründe der medicinischen Anthropologie von **Loder** §. 243 f.

Gerüche

Gerüche (odores, corporum partes odoriferae, odeurs) heißen diejenigen Ausflüsse der Körper, welche auf den Sinn des Geruchs wirken. Sie bestehen ohne Zweifel aus zarten, salzigen und flüchtigen Theilen, welche durch Bewegungen, Wärme, Auflösungen, Gährungen u. s. f. von den Körpern getrennt und vermittelst der Luft zur Nase gebracht werden. Nach Verschiedenheit der Körper sind diese Gerüche auch verschieden, und durch wirkliche Zersetzungen der Körper entstehen Ausflüsse, welche sie sonst in ihrem natürlichen Zustande nicht zeigen, ja diese Gerüche werden immer durchdringender und heftiger, und ändern sich selbst nach Verschiedenheit ihrer Zersetzungen ab.

Uebrigens hat man für die verschiedenen Arten der Gerüche keine so bestimmten Nahmen, als für die Gegenstände des Geschmacks und der übrigen Sinne, wiewohl man auch die Beywörter, angenehme, liebliche, stinkende, ekelhafte, beißende u. s. Gerüche gebrauchet.

Von der Feinheit der Ausflüsse, welche die Gerüche umher verbreiten, s. m. den Artikel **Ausflüsse**.

Geschmack (gustus, gustatus, goût) ist der Sinn, wodurch wir das Schmackhafte der Körper mit der Zunge empfinden. Dieser Sinn ist einer der nothwendigsten in der thierischen Oekonomie, weil er vorzüglich dazu dienet, die Nahrungsmittel gehörig von einander zu unterscheiden; denn gewöhnlich sind diejenigen Körper, welche einen unangenehmen, widrigen Geschmack haben, nicht so heilsam und nahrhaft als diejenigen, welche einen angenehmen Geschmack verursachen.

Der Geschmack hat seinen Sitz vorzüglich auf der Zunge, und zwar an der Oberfläche und an den Seitenflächen derselben; jedoch aber haben wir auch am Gaumen, an den Lippen und im Schlunde einige, wiewohl nicht so deutliche Empfindung von den schmeckbaren Körpern. Die Zunge besteht aus vielen, gleichsam in einander gewirrten Muskelfasern, welche zu beyden Seiten von dem Zungenbein, von der Unterkinnlade, und vom Griffelfortsatz des Schläf-

Schläfbeins ihren Ursprung nehmen, und zwischen welchen eine der Zunge eigenthümliche Lage von Muskelfasern (musculus lingualis) befindlich ist. Vermöge dieser Muskeln ist sie nicht allein im Munde selbst nach allen Gegenden hin beweglich, sondern wir können sie auch aus dem Munde weit hervortreiben, und wieder in die Höhle desselben zurückziehen. Die Nerven der Zunge sind ansehnlich. Zu beyden Seiten senkt sich in dieselbe ein Nerv (glosso-pharyngeus), welchen man als eine Portion des achten Gehirnnerven anzusehen pflegt; außerdem geht der ganze neunte Gehirnnerv (neruus noni paris f. hypoglossus) in die Muskeln der Zunge; am merkwürdigsten ist der Zungennerv, welcher aus dem dritten Ast des fünften Gehirnnerven entsteht (ramus lingualis rami tertii quinti paris), welchen man bis in die Spitze der Zunge verfolgen kann, und welcher höchst wahrscheinlich den Geschmack hervorbringt. Auf der ganzen obern Fläche und an den Seiten der Zunge sieht man eine Menge Nervenwärzchen von verschiedener Größe. Die kleinsten von ihnen sind in großer Menge auf der ganzen Zunge zerstreuet, und heißen **konische Wärzchen** (papillae conicae); diese scheinen am lebhaftesten zu schmecken. Zwischen ihnen sieht man größere allenthalben vorkommen, welche man die schwammförmigen (fungiformes) nennt. Diese und hauptsächlich die konischen bilden von beyden Seiten der Zunge parallele Striche, welche den spiralförmigen Linien der Nervenwärzchen an den Fingern sehr ähnlich sind. Gegen die Wurzel der Zunge hin kommen die größten Nervenwärzchen vor, welche wie mit einem Wall umgeben sind, und davon ihren Nahmen führen. Es pflegen ihrer gewöhnlich sieben bis neun oder eilf zu seyn. Eine von ihnen liegt in einer tiefen Grube, welche hinten auf der Wurzel der Zunge zu sehen ist, und das blinde Loch der Zunge (foramen caecum linguae) genannt wird. Dieses Loch ist eine Schleimgrube, und dient zur Absonderung einer dünnen schleimigen Feuchtigkeit, welche die Zunge beständig naß erhält,

und

und die auch aus vielen blasenähnlichen Schleimhöhlen abgesondert wird, deren eine Menge auf der Oberfläche der Wurzel der Zunge zu sehen ist. Zu dieser Feuchtigkeit kömmt die, welche von kleinen Drüsen der Lippen, der Backen, des Gaumens und überhaupt der Höhle des Mundes abgesondert wird, und sich mit dem Speichel vermischt. Weil die aus dem Magen durch die Speiseröhre bis in den Mund steigenden Dünste sich an den Schleim der Zunge legen, so kann man es sich erklären, warum der Schleim der Zunge bitter, scharf u. s. f. wird, auch eine andere Farbe annimmt, wenn der Magen nicht recht verdauet, oder mit Unreinigkeiten angefüllet ist. Wenn man großen Appetit hat, so wird die Absonderung im Munde stärker, oder der Mund wird, wie man sagt, voll Wassers.

Wenn wir etwas schmecken wollen, so muß die Zunge selbst feucht seyn, oder der an die Zunge gebrachte Körper muß Feuchtigkeit enthalten, außerdem fühlt die Zunge wohl, aber sie schmeckt nicht. Beym Schmecken strecken sich die Zungenwärzchen gleichsam hervor oder werden erigiret. Der Körper aber, den wir schmecken wollen, muß Salztheilchen enthalten, welche auf mancherley Art verändert oder mit öligen Theilchen versetzt seyn können, allemahl aber auf der Zunge sich auflösen müssen. Ist die Empfindung von solchen Salztheilchen scharf, so wird der Geschmack heftig, unangenehm und endlich schmerzhaft; letzteres entstehet auch dann, wenn z. B. durch eine Verbrennung sich das Oberhäutchen der Zunge an einer Stelle abgesondert hat. Solche Körper, die gar keine Salztheilchen enthalten, z. B. das reinste Wasser, erregen auch bey uns keinen Geschmack. Von der Figur der Salzkrystallen kann die Verschiedenheit des Geschmacks nicht wohl herkommen. Bey manchen Thieren ist der Geschmack äußerst fein, damit sie die ihnen dienlichen Speisen von den schädlichen desto besser unterscheiden können.

M. s. Anfangsgründe der medicinischen Anthropologie von **Loder** §. 240.

Geschwin-

Geschwindigkeit (celeritas, velocitas, vitesse). Dieses Wort drückt einen relativen Begriff aus, welcher ganz allein von der Vergleichung des Raums mit der Zeit bey den Bewegungen der Körper abhänget. Bey jeder Bewegung verfließet eine Zeit, während dessen der Körper einen gewissen Raum zurückleget. Ist dieser Raum in einer kleinen Zeit sehr groß, so legt man dem bewegten Körper eine große Geschwindigkeit bey; ist hingegen der Raum, welchen der Körper in eben der Zeit zurückleget, kleiner, so ist auch seine Geschwindigkeit geringer. Es ist also die Geschwindigkeit des einen Körpers zweymahl, dreymahl u. s. größer, als die eines andern Körpers, wenn jener in eben der Zeit einen zweymahl, dreymahl u. s. größern Weg zurückleget, als der andere. Man kann also nicht sagen, wie groß eine Geschwindigkeit an sich, sondern nur wie vielmahl sie größer oder kleiner, als eine andere sey. Um also die eine Geschwindigkeit mit der andern zu vergleichen, muß man die eine als eine Einheit annehmen, und alsdann untersuchen, wie vielmahl eine andere größer oder kleiner als die zur Einheit angenommene Geschwindigkeit sey.

Wenn ein Körper in gleichen Zeiten gleiche Wege zurückleget, so heißt nicht allein seine Bewegung, sondern auch seine Geschwindigkeit **gleichförmig**; im entgegengesetzten Falle aber ungleichförmig. Eigentlich aber kommen der Geschwindigkeit diese Benennungen nicht zu. Denn eine jede Geschwindigkeit ist gleichförmig; und wenn von einer ungleichförmigen Bewegung die Rede ist, so ist deßwegen die Geschwindigkeit nicht ungleichförmig, sondern sie ist in jeder Stelle des Weges eine andere Geschwindigkeit. Redet man daher auch oftmahls von einer ungleichförmigen Geschwindigkeit, so ist diese doch nicht eine einzige, sondern eine Reihe verschiedener Geschwindigkeiten.

Es verhalten sich also die Geschwindigkeiten eben so wie die gleichförmigen Bewegungen bewegter Körper. M. s. **Bewegung**.

Bey veränderten Bewegungen sind die Geschwindigkeiten an jeder Stelle des Weges verschieden. Wenn sie wachsen, so wird die Bewegung beschleunigt, und wenn sie abnehmen, so wird die Bewegung verzögert. Auch sagt man wohl bisweilen, die Geschwindigkeit werde beschleunigt oder verzögert; eigentlich gelten aber diese Ausdrücke nur von Bewegungen. Nimmt die Geschwindigkeit in jedem folgenden gleichen Zeittheilchen gleichviel zu oder gleichviel ab, so heißt die Bewegung gleichförmig beschleunigt oder gleichförmig verzögert: im Gegentheil ungleichförmig beschleunigt oder ungleichförmig verzögert. M. s. **Beschleunigung.**

Bey der gleichförmig beschleunigten Bewegung, mithin auch beym freyen Falle der Körper, verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Zeiten vom Anfange der Bewegung an gerechnet, und die Quadrate der Geschwindigkeiten wie die zurückgelegten Wege. Setzt man den mit gleichförmig beschleunigter Bewegung in einer Zeitsekunde durchlaufenen Raum $= g$, und die nach der Zeit t erlangte Geschwindigkeit $= c$, so hat man $c = 2gt$ und $c^2 = 4g^2t^2 = 4gs$, wenn s den Weg ausdrückt, den er in der Zeit t zurückleget. Auch ist die Geschwindigkeit in jeder Stelle so groß, daß der Körper in der Zeit t einen doppelt so großen Weg würde haben können zurücklegen, als er wirklich durchlaufen ist. M. s. **Bewegung** (Th. I. S. 346).

Bey der gleichförmig verzögerten Bewegung, wo die anfängliche Geschwindigkeit $= c$ ist, wird der Körper nach Verlauf der Zeit t noch die Geschwindigkeit $v = c - 2gt$ besitzen, und ihre Verzögerungen verhalten sich wie die Zeit.

Was die ungleichförmig beschleunigten oder verzögerten Bewegungen betrifft, so kömmt es hierbey ganz allein auf das Gesetz an, nach welchem die beschleunigende oder verzögernde Kraft zu- oder abnimmt, folglich läßt sich dabey nichts Allgemeines festsetzen. Bey den Centralbewegungen hingegen verhalten sich die Geschwindigkeiten verkehrt, wie die Perpendikel aus dem Mittelpunkte der Kräfte auf die Tangen-

Tangenten der Curve an den gehörigen Stellen des Weges. M. s. **Centralbewegung.**

Bey der zusammengesetzten Bewegung können drey Fälle unterschieden werden: 1) wo zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in einerley Richtung eine daraus zusammengesetzte Bewegung ausmachen, 2) wo zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in entgegengesetzter Richtung eine zusammengesetzte Bewegung geben, und 3) wo zwey Bewegungen eines Punktes in verschiedenen Linien, welche einen Winkel einschließen, eine zusammengesetzte Bewegung ausmachen. Im ersten Falle ist die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung gleich der Summe der Geschwindigkeiten der einfachen Bewegungen; im zweyten Falle die Geschwindigkeit so groß als der Unterschied der Geschwindigkeiten beyder einfachen Bewegungen; im dritten Falle endlich ist die Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung kleiner als die Summe der Geschwindigkeiten beyder einfachen Bewegungen. M. s. **Bewegung.**

Gesetze der Natur s. **Naturgesetze.**

Gesetze der Bewegung s. **Bewegung.**

Gesetze der Brechung s. **Brechung des Lichtes.**

Gesetze der Centralbewegungen s. **Centralbewegung.**

Gesetze des Drucks flüssiger Massen s. **Druck.**

Gesetze der Elektricität s. **Elektricität.**

Gesetze der Erscheinungen bey den galvanischen Versuchen s. **Elektricität, thierische.**

Gesetze der Erhaltung lebendiger Kräfte s. **Kraft, lebendige.**

Gesetze, galileische, des Falls der Körper s. **Fall der Körper.**

Gesetze der Federkraft fester Körper s. **Elasticität.**

Gesetze des Gleichgewichtes der Kräfte s. **Gleichgewicht.**

Gesetz des Gleichgewichtes am Hebel s. **Hebel.**

Gesetz

Gesetz des Gleichgewichtes flüssiger Materien s. Röhren, communicirende.

Gesetz des Gleichgewichtes flüssiger Körper mit festen s. Gleichgewicht, Schwimmen.

Gesetze, keplerische, der Bewegungen himmlischer Körper s. Keplerische Regeln.

Gesetze des Magnets s. Magnet.

Gesetz, mariottisches, der Zusammendrückung der Luft s. Luft.

Gesetz, newtonisches, der Gravitation s. Gravitation.

Gesetze der Pendel s. Pendel.

Gesetze des Stoßes s. Stoß.

Gesetz der Stetigkeit s. Stetigkeit.

Gesetz der kleinsten Wirkung s. Wirkung.

Gesetze der Bindung und Entbindung des Wärmestoffs s. Wärme.

Gesetz, mayerisches, der Leitungskräfte für die Wärme s. Wärme.

Gesetz der Trägheit s. Trägheit.

Gesetz der Zurückwerfung s. Zurückwerfung.

Gesicht (visus, visio, vue) ist der Sinn, durch welchen wir die Gegenstände vermittelst des Lichtes wahrnehmen. Das Werkzeug des Sehens, worauf das Licht wirket, ist das Auge, wovon bereits das Nöthigste unter dem Artikel Auge ist gesagt worden. Von den Empfindungen, welche wir durch die Wirkung des Lichtes erhalten, und von den Urtheilen darüber, soll unter dem Artikel Sehen geredet werden. Ueberhaupt wird man das Nöthigste von allen den Gegenständen, welche den Sinn des Gesichtes betreffen, außer den angeführten noch unter folgenden Artikeln: Bild, Entfernung, scheinbare, Gesichtsbetrüge, Gesichtsfehler, Größe, scheinbare, finden.

Gesichtsaxe s. Axe.

Gesichtsbetrüge, optische Täuschungen (fallaciae opticae, fallaciae visus, illusions optiques) nennt

man falsche Urtheile, welche wir über die Gestalt, Lage, Größe und überhaupt über den Zustand gesehener Gegenstände fällen. Von Jugend auf vergleichen wir die Empfindung des Sehens mit der des Gefühls, und erlangen dadurch eine Fertigkeit, die Lage, Gestalt, Größe, Entfernung, den Ort u. s. f. der gesehenen Gegenstände zu beurtheilen. In den gewöhnlichen Fällen täuscht uns die Anwendung dieser Fertigkeit fast nie; uns unbewußt aber wenden wir sie mit einer großen Schnelligkeit auf alle Fälle an, mithin auch auf solche, bey welchen gewisse Ausnahmen von den gewöhnlichen Regeln Statt haben. Bey diesen letztern ist folglich unser Urtheil nothwendig falsch; weil wir uns aber dieses Urtheils nicht deutlich bewußt sind, so glauben wir recht gesehen zu haben, bis wir aus andern Gründen von diesem Irrthume überführet werden; alsdann halten wir unser Auge für getäuscht. Diesen Täuschungen hat man daher den Nahmen der Gesichtsbetrüge gegeben, obgleich nicht die Schuld an der Wirkung des Lichtes und an unserem Auge, sondern vielmehr an dem Urtheile, welches wir über die gesehenen Sachen fällen, liegt. Denn vermöge der Gesetze des Lichtes und der Einrichtung unserer Augen sehen wir allezeit richtig.

Dergleichen Fälle, wo unser Urtheil über gesehene Gegenstände getäuscht wird, kommen bey Betrachtung irdischer Gegenstände und bey Betrachtung des Himmels und der Gestirne vor.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß uns entfernte Gegenstände viel kleiner als in der Nähe erscheinen. Haben wir jedoch dergleichen Gegenstände sehr oft in der Nähe und in der Entfernung betrachtet, so ändern sich die Vorstellungen von der Größe dieser Dinge verschiedentlich ab. Es mischen sich alsdann verschiedene andere Umstände von der wahren Größe, Entfernung u. s. f. mit ein, wodurch unser Urtheil abgeändert wird. Hat man eine gewisse Sache, z. B. ein Trinkglas, Bouteille, Tintenfaß u. d. g. lange Zeit gebrauchet, und nimmt nachher ein größeres Stück dieser

Art, so wird es Anfangs sehr groß, hernach allmälig kleiner scheinen. Kindern scheinen entfernte Sachen kleiner zu seyn, als Erwachsenen. D. **Jurin** [α]) sagt: man lasse einen Knaben, welcher nie auf einem hohen Gebäude gewesen ist, die Spitze des Monuments in London besteigen, so werden ihm Menschen und Pferde auf der Gasse so klein vorkommen, daß er sich höchlich darüber wundern wird; aber nach 10 oder 20 Jahren, wenn er in der Zeit mannigmahl von so großen Höhen herunter zu sehen sich gewöhnet hat, werden ihm dieselben Gegenstände nicht mehr so klein aussehen. Und wenn er sie von solchen Höhen so oft sähe, als er sie mit sich auf derselben Ebene, auf den Gassen sieht, so würden sie ihm oben von der Spitze des Monuments herab nicht kleiner vorkommen, als wenn er sie aus einem Fenster im ersten Stock betrachtet. Ueberhaupt scheinen uns Dinge, welche wir von unten in der Höhe, oder umgekehrt von der Höhe in der Tiefe sehen, sehr klein. Es ist dieß nämlich eine für uns ungewöhnliche Art zu sehen, indem wir die Dinge nach denjenigen Regeln schätzen, an welche wir uns beym Sehen in horizontaler Richtung gewöhnet haben. Nach diesen halten wir die hoch oder niedrig stehenden Dinge für näher als sie wirklich sind, und legen ihnen daher eine geringere Größe bey. M. s. **Größe, scheinbare.**

Bouguer [β]) bemerket, daß die Vorstellung von sehr großen Entfernungen fast nicht anders ist, als von solchen, welche ungleich viel kleiner sind. Daher halten wir sehr große Entfernungen beständig viel kleiner, als sie wirklich sind, weil uns in der Entfernung die Data fehlen, welche uns auf das Urtheil von einer größern Entfernung führen könnten. Dieserwegen scheint sich eine Ebene, auf welcher wir uns befinden, sich immer mehr zu heben, je weiter sie vom Auge entfernet ist, und eine lange Allee scheinet sich zusammenzuziehen, wenn man sich in der Mitte des Einganges befindet, weil wir die entferntern Theile für näher halten, und uns

 also

α) Priestley Geschichte der Optik durch Klügel. S. 497.
β) Mémoir. de Paris 1755. p. 156 sqq.

also die Erhebung oder das Zusammenziehen stärker vorkömmt, als es bey der geglaubten Nähe nach den gewöhnlichen Regeln seyn sollte. Eben darum scheinen auch sehr hohe Gebäude dem nahe stehenden Beobachter überzuhängen, und steile Flächen von unten hinauf betrachtet noch steiler, als sie wirklich sind, zu seyn, da uns im Gegentheil von oben herab ein jäher Abhang weniger jäh vorkömmt.

Wenn man durch Fernröhre oder durch zusammengesetzte Mikroskope Gegenstände von hervorragenden und vertieften Theilen betrachtet, so glaubt man sehr oft das Hervorragende vertieft und das Vertiefte hervorragend zu sehen. Schon **Joblot** α) hat diese Erscheinung umständlich beschrieben, und gefunden, daß bey fortgesetzter Beobachtung die Erhabenheiten in Vertiefungen, und diese in jene sich wechselsweise verwandelt haben. Hiervon hat auch **P. F. Gmelin** β) Nachricht gegeben. Dieser fand nach vielen Versuchen folgende Erscheinungen als unveränderlich. So oft er eine Sache, welche sich von einer Fläche erhob, durch das Seherohr so betrachtete, daß sein Auge nebst der Axe des Rohres gerade darauf gerichtet waren, so erschienen die erhabenen Theile vertiefet, und die vertieften erhaben. So verhielt es sich, wenn er ein Siegel betrachtete, und er dabey das Rohr senkrecht hielt, auch das Siegel so stellete, daß es mit seiner Fläche das letzte Glas des Fernrohrs ganz einnahm. So oft er aber andere senkrecht herabhängende Gegenstände so betrachtete, daß das Seherohr horizontal und senkrecht darauf gerichtet war, so ereignete sich dieses eben nicht immer, und die Gestalt der Sache änderte sich nicht, wenn sie schief, ja horizontal gehalten ward. Zuletzt aber entdeckte er ein Mittel, die Sache immer mit der natürlichen Lage ihrer Theile erscheinen zu machen, dieses nämlich, daß er seinen Blick nicht gleich auf den Mittelpunkt der Vertiefung, sondern zuerst auf ihren Rand richtete, und darauf nach und nach das Ganze übersah. Diese Erscheinung hat

α) Description de plusieurs nouveaux microscopes. 1712.
β) Philos. transact. 1747.

hat ihren Grund darin, daß man das Licht von der unrechten Seite herkommen läßt. Denn unser Urtheil vom Erhabenen und Vertieften beruht ursprünglich auf der Wahrnehmung des Schattens und des Lichtes; der Schatten auf der Lichtseite deutet Vertiefung, und der auf der Schattenseite Erhöhung an. Wenn die Sache durch das Werkzeug verkehret wird, und man vergißt die Seite, von welcher das Licht kömmt, zugleich mit zu verwechseln, so muß natürlich die Verwandlung des Erhabenen und Vertieften in einander erfolgen. Von dieser verkehrten Darstellung der Werkzeuge leitet ebenfalls **Rittenhouse** α) diese Erscheinung her, wovon er eine eigene Abhandlung geliefert hat. Er hält dafür, daß man diese Täuschung vermeiden könne, wenn man die Sache durch reflektirtes, mithin ebenfalls umgekehrtes Licht erleuchte. Allein ohne Zweifel kömmt es bey der Vorstellung vom Vertieften und Erhabenen auf die Seite an, von welcher man sich das einfallende Licht vorstellet.

Es ist eine hinlänglich bekannte Sache, daß wir über Bewegungen der Körper aus ihrer scheinbaren Bewegung ein ganz unrichtiges Urtheil fällen; oft halten wir bewegte Körper für ruhend, ruhende für bewegt, vorwärtsgehende für zurückgehende u. s. f. D. **Porterfield** β) hat alles, was bey der scheinbaren Bewegung in Betrachtung gezogen werden kann, in eilf Sätze zusammengebracht, welche man bey **Priestley** γ) findet. So wird z. B. ein sehr geschwind bewegter Körper nicht gesehen, wenn er nicht sehr helle ist. Eine Kanonenkugel sieht man nicht, wenn man ihre Bahn zur Seite hat; sieht man ihr aber in ihrem Fluge hinten nach, so wird sie sichtbar, weil alsdann ihr Bild lange auf derselben Stelle der Netzhaut bleibt, und folglich einen lebhaften Eindruck macht. Auch wenn sich das Auge gerade fortbeweget, und man sich der Bewegung bewußt ist, so

α) Transact. of the American philos. society, held at Philadelphia T. II. 1786. 4.

β) On the eye Vol. II. p. 122.

γ) Geschichte der Optik, durch Klügel. S. 501.

werden entfernte Körper sich nach eben der Richtung mit derselben Geschwindigkeit zu bewegen scheinen. So scheint jemanden, der nach Osten hinläuft, der Mond zur Rechten eben dahin mit gleicher Geschwindigkeit fortzurücken, da wegen der Entfernung des Mondes sein Bild immer auf derselben Stelle der Netzhaut bleibt, weßwegen wir uns einbilden, der Mond gehe mit fort. Wenn das Auge sich sehr geschwind fortbeweget, so werden zur Seite liegende, unbewegte Gegenstände den entgegengesetzten Weg zu nehmen scheinen. So scheinen jemanden, welcher geschwind durch einen Wald fähret oder reitet, die Bäume sich rückwärts zu bewegen, so wie das Ufer jemanden, der im Schiffe sitzet u. s. f. Ferner kann eine Bewegung in einer beträchtlichen Entfernung betrachtet, nach der entgegengesetzten Richtung sich zu bewegen scheinen, als z. B. wenn wir das nähere Ende eines Windflügels für das entferntere halten. Daher kömmt es auch, daß wir bisweilen ungewiß sind, nach welcher Gegend sich ein Kronleuchter drehe, wenn man die nähere Seite für die entferntere nimmt.

Wenn sehr helle Gegenstände sich geschwind fortbewegen, so dauern die Eindrücke auf die Netzhaut noch eine kleine Zeit fort, wenn sie gleich schon ihre Stelle verlassen haben. So scheint der elektrische Funke bey der Schlagweite als ein Lichtcylinder in den leitenden Körper überzugehen, und eine glühende Kohle, welche geschwind genug im Kreise herum geschwungen wird, verursachet das Ansehen eines Feuerrades. **Von Segner** α) und **d'Arcy** β) haben hierüber Versuche angestellet. Ersterer schloß aus der Geschwindigkeit, womit die Kohle geschwungen werden mußte, wenn der Kreis ununterbrochen erscheinen sollte, daß die Eindrücke des Lichtes eine halbe Sekunde dauern; **d'Arcy** hingegen setzt diese Zeit auf $2\frac{1}{2}$ Sekunden. Eben so scheinet eine in die Höhe steigende Raquete einen langen Feuerstrahl hinter sich zurück zu lassen u. s. f.

Wenn

α) De raritate luminis. Götting. 1740.
β) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1765. p. 450.

Wenn man eine zum Theil mit Wasser gefüllte Bouteille vor einen Hohlspiegel so hält, daß er ein verkehrtes Bild von jener zu Wege bringt, so scheint in dem Bilde derjenige Theil leer, welcher in der Bouteille mit Wasser gefüllt ist, und derjenige mit Wasser gefüllt, der in jener leer ist. Der P. **Abat** *) erkläret diese Erscheinung daraus, weil wir gewohnt sind, Wasser in einem Gefäße frey schwebend zu sehen, mithin wären wir gezwungen, da ohnedem die Farbe der Luft und des Wassers wenig von einander verschieden wäre, das Wasser in dem Bilde zu unterst zu setzen, wenn wir auch wüßten, daß es zu oberst seine Stelle hätte. Herr **Klügel** sucht aber diese Erscheinung natürlicher daher zu erklären: der leere Theil der Bouteille werfe nicht gleichviel Licht auf den Spiegel, daher erscheinen die beyden Theile des Bildes ungleich helle, und nun hielten wir den untern Theil des Bildes für den Theil, welcher mit Wasser gefüllet sey, so wie wir allemahl, wenn wir ein gläsernes, zum Theil gefülltes Gefäß vor uns sehen, den vollen Theil zu unterst setzen würden, er möge uns heller oder dunkler als der leere Theil aussehen. Wenn man die Bouteille umkehret, und das Wasser auslaufen läßt, so scheinet sich ihr Bild zu füllen, den Augenblick aber, da sie ausgeleeret ist, sieht ihr Bild leer vom Wasser aus.

Wenn man in ein Kartenblatt zwey oder mehrere Löcher sticht, welche nicht weiter von einander entfernet sind, als die Oeffnung des Augensternes breit ist, dieses Blatt vors Auge hält, und durch die gemachten Löcher nach einem hellen Gegenstande, wie z. B. nach einer Lichtflamme, in einiger Entfernung siehet, so erblicket man gemeiniglich so viele Lichtflammen, als Löcher sind; es kann aber auch das Auge eine solche Lage haben, daß es nur eine einzige Lichtflamme gewahr wird. Hiermit hat es folgende Bewandniß: befindet sich das Auge in einer solchen Entfernung, daß es den Gegenstand ohne alle Anstrengung deutlich siehet, so vereinigen sich die zusammengehörigen Lichtstrahlen in einen einzigen Punkt

*) Amusemens philosoph. p. 242 sqq.

Punkt der Netzhaut, und man sieht nur den Gegenstand einfach, aber dunkeler, weil einige Lichtstrahlen von verschiedenen Theilen des Kartenblattes aufgefangen werden. Wenn aber der leuchtende Gegenstand näher gerückt wird, so vereinigen sich die von einem Punkte kommenden Lichtstrahlen erst hinter der Netzhaut, und sie fallen auf diese in verschiedene Stellen, folglich entstehen so viele Bilder als Löcher sind gemacht worden. Eben dieser Erfolg wird zeigen, wenn der Gegenstand zu weit entfernet ist; denn in diesem Falle vereinigen sich die zu einem Punkte gehörigen Strahlen schon vor der Netzhaut, durchkreuzen sich daselbst, und fallen so abermahls in verschiedenen Stellen auf die Netzhaut, wo also ebenfalls so viele Bilder zu Stande gebracht werden, als Löcher in dem Kartenblatte sind gemacht worden. Wird ein Loch verdeckt, z. B. das äußerste zur Rechten, so wird, wenn der Gegenstand zu nahe steht, das äußerste Bild zur Linken verschwinden; ist aber der Gegenstand zu weit entfernet, so verschwindet das letzte Bild zur Rechten. Diese Erscheinungen hatte schon der P. **Scheiner** bemerket. **De la Motte** [α]) und **Musschenbroek** [β]) haben sie umständlich erkläret, und durch Abbildungen erläutert.

Einen besondern Gesichtsbetrug führet **le Cat** [γ]) an, wo eine Sache auf der andern Seite eines Bretes, als wo sie wirklich ist, und dabey so wohl vergrößert als verkehrt zu seyn scheinet. Es sey nämlich (fig. 83.) d das Auge, und c b ein großes schwarzes Bret mit einem kleinen Loche in der Mitte. e ist ein großes weißes Bret, welches stark erleuchtet ist; und d eine Stecknadel, welche zwischen dem Auge und dem schwarzen Brete sich befindet. Unter diesen Umständen wird man die Nadel jenseit des Bretes in f setzen, und sie für umgekehrt und vergrößert halten. Die Erklärung ist diese. Die Stecknadel selbst wird vom Auge nicht gesehen, weil sie diesem viel zu nahe liegt; durchs Loch betrachtet

α) Versuche u. Abhandlungen der Gesellsch. in Danzig. B. II. S. 290.
β) Introductio in philosoph. natural. Vol. II. §. 1905.
γ) Traité des sens p. 298.

betrachtet es aber den hellen Theil gh, jedoch so, daß der Knopf der Nadel d die Strahlen aufhält, welche vom untern Theile h herkommen. Es fehlen daher Theile der Helligkeit, und es fällt der dadurch entstandene Schatten auf die Netzhaut in k. Eben so fangen die übrigen Theile der Nadel Strahlen auf, und verursachen einen Schatten, der ebenfalls auf die Netzhaut fällt. Das Schattenbild der Nadel liegt also vergrößert auf der Netzhaut des Auges, welches folglich eben die Empfindung haben muß, als wenn es die Stecknadel vor der schwarzen Tafel in f vergrößert, aber umgekehrt wahrnähme. Der Engländer **Gray** führet diesen Gesichtsbetrug in den philosoph. Transact. an, erkläret ihn aber irrig daraus, daß die Luft im Loche des Bretes einen Hohlspiegel bilde.

Noch eine andere merkwürdige Erscheinung, welche **Melville** *) sehr umständlich erkläret hat, ist diese; man halte einen undurchsichtigen Körper 3 bis 4 Zoll vom Auge, so daß man einen Theil eines entfernten hellen Gegenstandes, als eines Fensters, oder einer Lichtflamme, durch Strahlen sieht, welche nahe bey dem Rande jenes Körpers vorbeyfahren, und führe nun von der andern Seite, näher bey dem Auge einen andern Körper auf jenen zu, so wird der Rand des erstern sich ausdehnen und dem andern entgegen zu kommen scheinen, und dabey wird ein Theil des hellen Körpers, den man vorher sahe, dem Auge entzogen werden. Nach **Melville** entstehet diese Erscheinung aus den Halbschatten, welche die Ränder naher Körper wegen der Weite des Augensternes auf die Netzhaut werfen, oder daraus, daß gewisse helle Theile dem ganzen Augensterne, nebenliegende aber nur der Hälfte desselben u. s. w. verdeckt werden. Der Halbschatten des entfernten Körpers ist schmäler und dunkler; wenn nun beyde Halbschatten zusammen kommen, so werden dem Augensterne helle Stellen ganz verdeckt, und es scheinen sich daher beyde Körper aus-

 zudehnen,

*) Edinb. essays Vol. II. p. 55. Priestley Geschichte der Optik durch Klügel S. 515.

zudehnen, nur ist dieß bey dem entferntern wegen seines schwärzern Halbschattens ungleich merklicher.

Auch die Erscheinungen der zufälligen Farben kann man unter die Gesichtsbetrüge rechnen. M. s. **Farben, zufällige**. Selbst die Beugung des Lichtes verursachet einige Gesichtsbetrüge, z. B. daß sich entfernte Gegenstände, als Berge, Thürme hin und her zu bewegen scheinen, wenn man vor dem Auge einen dünnen Draht herumführet u. s. f. welches von **le Cat** α) erkläret wird.

Besonders merkwürdig sind die Erscheinungen von der Brechung und Zurückwerfung der Strahlen, welche optische Täuschungen veranlassen, von welchen **Busch** β) und **Gruber** γ) handeln. Man bemerkt nämlich in großen, weit ausgebreiteten Ebenen einen Theil der Atmosphäre gegen den Horizont so verdichtet, daß man dadurch gar nichts erkennen kann, die hohen Gegenstände aber ragen darüber hervor; es scheinet also, als ob in der Ferne ein großer Teich oder ein großer See sich befände, und die Gegenstände am Horizonte jenseit dieses Wassers lägen. Das Wunderbarste dabey ist aber noch, daß die Bilder der Gegenstände, z. B. entfernter Berge, Städte u. s. sich in diesem scheinbaren See spiegeln, und darin umgekehrt erscheinen, wie die Bäume am Ufer eines Teiches. Diese Erscheinung wird vom Herrn **Busch** aus der Strahlenbrechung am Horizonte und aus der Reflexion des Lichtes, wenn es auf glatte Flächen unter einem sehr kleinen Winkel auffällt, erkläret. Auch **Gruber** stimmt in der Hauptsache mit **Busch** überein; er sucht aber besonders noch darzuthun, daß die Erwärmung der Luft am Horizonte die Hauptursache der ganzen Erscheinung sey. Diese Erscheinung nahm er sogar an einer heißen Stange in seinem Zimmer gewahr; wenn er längs der Oberfläche derselben das Auge auf ein weißes Papier

α) Traité des sens. p. 299.

β) Tractatus duo optici argumenti. Hamburg 1783. 8.

γ) Physische Abhandlung über die Strahlenbrechung und Abprallung auf erwärmte Flächen. Dresd. 1787. 4.

pier an der Wand richtete. Herr **Kästner** [α]) bemerket, daß die Erscheinung noch nicht vollkommen erkläret sey, es komme aber dabey wohl auf Refraktionen und Reflexionen an. Eine Aehnlichkeit mit dieser Erscheinung habe die längst bemerkte Fata Morgana bey Reggio in der sicilianischen Meerenge, wo man über der Küste verschiedene Gestalten in der Luft sieht, deren **Kircher** [β]) und aus ihm Schott [γ]), **Pilati** [δ]) und **Brydone** [ε]) Erwähnung thun. Dergleichen Luftbilder wurden auch von **Sestini** [ζ]) auf dem Aetna wahrgenommen.

Das Phänomen, welches Herr **Busch** angeführet hat, wird oft auch an den schwedischen Küsten wahrgenommen, und ist daselbst unter eigenen Nahmen bekannt, welche Erhebung und Seegesicht bedeuten [η]). Etwas Aehnliches hat **Andrew Ellicott** [θ]) am 13ten Octob. 1787. Nachmittags um 3 Uhr am Errie See in Nordamerika beobachtet. Eine entfernte Halbinsel schien über dem Horizont merklich erhaben, und ward öfters doppelt gesehen, mit einer Erscheinung wie Wasser dazwischen. Beyde Bilder schienen sich bald abzusondern, bald wieder zusammenzufallen. Diese Erscheinung vergleicht **Ellicott** mit den Erscheinungen des sogenannten Doppelspathes, und führet an, sie werde dort von den Seeleuten Looming genannt. Herr **Röding** [ι]) führet in dem Artikel **Harige** an, daß **harige Luft** eine Erscheinung bedeute, bey welcher das Land in der Luft läge, und ein Theil des Himmels zwischen Land und Horizont; gemeiniglich folge darauf Wind. In einer Beschreibung und

α) Anfangsgründe der Dioptrik. 4te Auflage 1792. §. 114. VII.
β) Ars magna lucis et vmbrae L. X. P. II. c. 1.
γ) Magia optica lib. IV. im Anfange.
δ) Voyage en différ. pais de l' Europe. à la Haye 1777. p. 220.
ε) Reisen d. Sicilien u. Maltha. a. d. Engl. Lpz. 1774. I. Th. 4. Brief.
ζ) Briefe aus Sicilien. Leipz. 1781. 2 Bände S. 22.
η) Neue schwedische Abhandlungen für 1788. S. 3.
θ) Transact. of the American society held at Philadelphia. Vol. III. 1793. 4. art. 8.
ι) Allgemeines Wörterbuch der Marine. Dritte Lieferung. Hamburg 1794. 4.

und Abbildung dieser Erscheinung wird von **Dickenson** α) gemeldet, daß die Seeleute hierbey das Wort haze (düster, neblig) gebrauchten, obgleich bey dem dort abgebildeten Phänomen kein Nebel, sondern die Luft vollkommen heiter gewesen sey.

Nach Herrn **Hube** β) sollen diese Erscheinungen von der brennbaren Luft herrühren, welche seinem Systeme gemäß in großer Menge in die Atmosphäre aufsteiget, und Wolken und Regen veranlasset.

Andere diesen ähnliche Phänomene werden von dem Herrn **Jetze** γ) angegeben.

Die meisten und merkwürdigsten Gesichtsbetrüge fallen bey der Betrachtung des Himmels und der Gestirne vor. Hierbey verlassen uns alle Mittel, das Gesehene mit dem Gefühle zu vergleichen. Daher ist es uns auch unmöglich gewesen, bey diesen Objekten besondere Regeln sich zu bilden; folglich sind wir beständig der Gefahr ausgesetzet zu irren, wenn wir dergleichen Gegenstände nach dem Augenmaße beurtheilen. So halten wir die größten oder hellsten Sterne für näher als die kleinern, und undeutlich erscheinenden, ob wir gleich nach optischen Gründen alle an der Fläche eines Kugelgewölbes gleichsam angeheftet uns vorstellen. Kömmt z. B. Jupiter mit Mars nahe zusammen, so werden wir erstern seines größern Glanzes wegen für näher ansehen. Auch erblicken wir alle glänzende Körper mit bloßen Augen unter einem größern Sehewinkel, als andere gleich große Gegenstände, indem dabey in unsern Augen um das wahre Bild desselben ein von ihrem lebhaften Glanz entstehender Zerstreuungskreis der Strahlen Statt findet, innerhalb welchen sich noch ein matter Schein ausbreitet, und wodurch das Bild vergrößert wird. Daher sieht man die Fixsterne und Planeten mit bloßen Augen größer als durch Fernröhre, und der volle Mond erscheinet größer als ein jeder dunkler Körper

α) Gentleman's Magazine Jul. 1793.

β) Vollständiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. II. B. 30ter Brief S. 232. u. f.

γ) Leipziger Magazin für Mathematik. I. St. 1786.

Körper unter einem gleich großen Sehewinkel. Wenn man auf den zu- oder abnehmenden sichelförmig erleuchteten Mond Achtung gibt, so scheinet die helle Sichel einer größern Scheibe als dem zugleich sichtbaren dunkeln Theil des Mondes zu zugehören, und eben so sieht bey Mond- und Sonnenfinsternissen der noch helle Theil größer aus, als sich durch wirkliche Ausmessungen findet. Ferner halten wir dafür, daß Fixsterne neben einander stehen, weil wir bey der Betrachtung nichts weiter wahrnehmen, woraus wir auf eine beträchtliche Entfernung derselben von einander schließen könnten; wir sind in der Vermuthung, daß sich Sterne fortbewegen, weil sie ihre Lagen gegen unser Auge ändern, indem wir uns für ruhend halten; wir betrachten Mond und Sonne für platte Scheiben, weil wir keinen hervorstehenden erhabenen Theil an ihnen bemerken. Ueberhaupt sind am Himmel die optischen Täuschungen unzählbar, und daher kömmt es, daß man die sphärische Astronomie von der theorischen unterscheiden muß.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel** an verschied. Stellen.

Gesichtsfehler (vitia visus, défauts de la vue) sind widernatürliche Beschaffenheiten des menschlichen Auges.

Die vorzüglichsten von Lokalkrankheiten herrührenden Gesichtsfehler sind diese:

Die Gesichtsverdunkelung, wobey die Netzhaut nichts leidet (caligo), wenn nämlich vor dieser Haut ein dunkler Gegenstand sich befindet, welcher das von einem sichtbaren Objekt herkommende Licht nicht hindurchläßt. Dieser Fehler kann seinen Grund in der Verdunkelung der Krystalllinse, in der Verstopfung, Verwachsung oder Zusammenziehung der Pupille, in einem Fehler der Augenlieder, in einer fleckigen Hornhaut, in einem Fehler oder gänzlichen Mangel der wässerigen oder in Verdunkelung der gläsernen Feuchtigkeit haben. Im ersten Falle heißt die Krankheit des Auges der **graue Staar** (cataracta, caligo lentis, gutta opaca). Der graue Staar kann

dadurch

dadurch geheilet werden, daß man die Krystalllinse entweder niederdruckt oder herauszieht, indem alsdann an dessen Stelle die gläserne Feuchtigkeit tritt, durch welche nun die Strahlen hindurchgehen. Blindheit durch Verdunkelung der gläsernen Feuchtigkeit heißt der **grüne Staar** (glaucoma).

Die Gesichtsverdunkelung, ohne einen in die Augen fallenden Fehler des Auges wahrzunehmen, wobey die Pupille mehrentheils erweitert ist, und die Kraft sich zusammenzuziehen gänzlich verloren hat, nennt man den **schwarzen Staar** (amaurosis, gutta serena). Dieser Fehler kann durch einen mechanischen Druck auf den Sehenerven oder aus irgend einer andern Ursache entsprungen seyn, so daß der Sehenerve gänzlich gelähmet ist, und daher den durch die auf die Netzhaut auffallenden Strahlen gemachten Eindruck nicht bis zum Gehirn fortpflanzen kann. Daher auch die Kur des schwarzen Staars so schwer, ja oft unmöglich ist, und immer nur den Gebrauch innerlicher und äußerlicher Mittel erfordert, nie aber eine Operation am Auge.

Gesichtsschwächen (dysopiae), wenn nämlich das Auge nur bey einer gewissen Stärke des Lichts oder in einer gewissen Entfernung und Lage deutlich siehet. Hierher gehören das Tag und Nachtsehen, die Kurzsichtigkeit und Weitsichtigkeit, das Schiefsehen und Schielen.

Das **Tagsehen** (hemeralopia, visus diurnus *Boerhaave*) ist derjenige Gesichtsfehler, da das Auge nur beym stärksten Sonnenlichte deutlich sehen, in der Dämmerung aber gar nichts unterscheiden kann. **Sauvages** α) führet an, daß diese Krankheit um Montpellier epidemisch gewesen sey, und sucht den Grund davon in der Erschlaffung des Gesichtes durch die feuchte und neblige Herbstluft. Einen ähnlichen Fall gibt auch **Nicolai** β) an. Ist dieser Gesichtsfehler angeboren, so scheint er seinen Grund in der

α) Nosologia methodica. Amst. 1768. 4. maj. Tom. I. p. 732.
β) Abhandlung von den Fehlern des Gesichts. Berlin 1754. 8. S. 156.

der allzugeringen Empfindlichkeit der Netzhaut zu haben. Diese Beschaffenheit haben von Natur die Augen der Hühner.

Das **Nachtsehen** (Nyctalopia, visus nocturnus, vue de chat, de hibou etc.) ist der Gesichtsfehler, da das Auge nur des Nachts deutlich siehet, am Tageslichte aber nichts deutlich unterscheiden kann. Dieser Fehler kann entstehen durch eine allzugroße Empfindlichkeit der Pupille und der Netzhaut, oft auch durch Entzündung und krampfhafte Zufälle der Augen oder durch Erweiterung der Pupille bey lange dauernder Dunkelheit. **Thümmig** [α]) führt ein Beyspiel von einem Tonkünstler an, welchen eine Saite so heftig ins Auge schlug, daß er dadurch eine Zeitlang am Tage gar nichts, des Nachts aber alles sehen konnte. Auch erwähnt **Boerhaave** eines Engländers, welcher nach einem langen Aufenthalte in einem dunkeln Gefängnisse einen Monath hindurch am Tage nichts habe deutlich sehen können. Einige Thiere, als z. B. Katzen, Eulen, Fledermäuse, haben von Natur solche empfindliche Augen, wobey zugleich die Pupille sich stark erweitern kann, und die Aderhaut von einer lebhaft glänzenden, grünen oder röthlichen Farbe ist. Selbst unter den Menschen haben viele dergleichen Augen, und es ist dabey merkwürdig, daß sie fast immer eine weiße Haut und weiße Haare besitzen. **Maupertuis** [β]) erzählet von den Bewohnern der Landenge Darien, daß sie wegen dieses Gesichtsfehlers ihre Arbeiten alle bey der Nachtzeit verrichten und am Tage ruhen. Besonders höchst empfindliche Augen besitzen unter den Negern die so genannten **weißen Mohren** (leucaethiopes), **Blaffards** oder **Albinos**. **Maupertuis** gibt von einem Nachricht, welcher 1744 nach Paris gebracht ward, der eine weiße Haut mit hellblauen, sehr empfindlichen Augen hatte. Er hält dieß für eine Krankheit der Haut und der Augen. Mit dieser Krankheit Behaftete

α) Versuch einer gründlichen Erläuterung der merkwürdigsten Begebenheiten in der Natur. Halle 8. S. 254.

β) Venus physique, oeuvres de Maupertuis. Lion 1768. 8. Tom. II. p. 100 sq.

haftete trifft man ganze sich fortpflanzende Geschlechter in Java, Panama und Guinea an. Auch befinden sich selbst unter den Europäern einzelne Albinos. Die Herrn **Blumenbach**, **Storr** und **de Saussüre** haben deren zwey in Chamouny, **Buzzi** [α]) viere in Mayland, und der Graf **Razumowsky** [β]) einen in Grotzingen gesehen. Herr **Blumenbach** [γ]) leitet die so große Empfindlichkeit der Augen bey den Albinos, an denen man eine Röthe des Sternes und der inneren Theile des Auges antrifft, von dem Mangel des braunen oder schwärzlichen Schleims her, der sonst das innere Auge von der fünften Woche nach der Empfängniß an bekleidet. Die Verbindung der Röthe der Augen und der Weiße der Haut und der Haare erkläret er aus der Aehnlichkeit des Gewebes, woraus sich der schwarze Schleim, das malpighische Netz und die Haare bilden. Schon **Simon Porcius** [δ]) hat bemerkt, daß blaue Augen von diesem Schleime weniger haben, und folglich empfindlicher gegen das Licht sind, als schwarze. Bey der Zergliederung eines menschlichen Körpers fand es **Buzzi** bestätiget, daß bey einer weißen Aderhaut mit rosenrothem Sterne nicht allein der schwarze Schleim, sondern auch das schleimige Wesen an der Haut des übrigen Körpers fehlte, und die Haare außerordentlich weiß waren. In Mayland sahe er noch drey Albinos, Söhne einer Mutter, welche während der Schwangerschaft mit diesen eine außerordentliche Begierde nach Milch empfunden hatte.

Die gewöhnlichsten Gesichtsfehler sind die **Kurzsichtigkeit** (myopia) und die **Weitsichtigkeit** (presbyopia), von welchen bereits unter dem Artikel **Auge** hinlänglich ist geredet worden. Besonders ist dabey noch zu bemerken, daß sehr oft bloß das eine Auge von einem dieser Fehler behaftet ist,

α) Opuscoli scelti di Milano 1784. T. VII. p. 11.
β) Crells chymische Annalen 1787. I. St. S. 149.
γ) De oculis Leucaethiopum et iridis motu; in comm. Goett. T. VII. ad ann. 1784. et 1785. p. 29.
δ) De coloribus oculorum Florent. 1550. 4. p. 34.

ist, und das andere im gesunden und guten Zustande sich befindet.

Auch gibt es Augen, welche so wohl nahe als auch entfernte Gegenstände undeutlich sehen, wenn sie sich nicht erhabener Gläser bedienen. **Janin** [α]) führet ein Beyspiel von Augen an, welche von Natur so beschaffen waren, und sucht die Ursache dieses Fehlers in einer allzu platten Krystalllinse.

Das **Schiefsehen** (luscitas *Boerhaave*, visus obliquus) ist der Gesichtsfehler, wo das Auge nur diejenigen Gegenstände sehen kann, welche demselben seitwärts liegen. Dieser Fehler kann das Schiefliegen der Krystalllinse, die Undurchdringlichkeit des vordern Theils der Hornhaut, und eine Unempfindlichkeit des hinter der Augenaxe liegenden Theils der Netzhaut zum Grunde haben. Von dem Schiefsehen ist das **Schielen** (strabismus, luscitas relatiua, strabisme) verschieden. Dieser Gesichtsfehler bestehet darin, daß diejenige Person, welche dergleichen besitzet, die Axe des einen Auges auf die Seite wendet, mit dem andern aber gerade nach dem Gegenstand siehet. Nach **de la Hire** [β]) soll dieser Fehler seinen Grund im innern Bau des Auges selbst haben, wobey der empfindliche Theil der Netzhaut nicht in die Richtung der Augenaxen, sondern etwas zur Seite falle. Dieß kann aber wohl unmöglich die Ursache seyn, weil sonst das Schielen gar nicht zu hellen wäre. Es scheint **de la Hire** das Schielen mit dem Schiefsehen des einen Auges verwechselt zu haben. Die sonst gewöhnliche Meinung vom Schielen ist, daß es von einem Mangel der gehörigen Uebereinstimmung zwischen den Augenmuskeln herrühre, welche deßwegen nicht im Stande wären, beyde Augen auf ein und denselben Gegenstand zu richten. Der erste Grund hiervon liege aber in einer in der Kind-

α) Mémoir. et observat. sur. l'oeil. à Paris 1772. 8. p. 429.

β) Sur les différens accidens de la vue; in mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1694.

Kindheit angenommenen Gewohnheit. Dieserwegen haben auch die älteren Aerzte vorgeschrieben, die Kinder eine Art von Maske mit Löchern oder Röhren vor den Augen tragen zu lassen, damit sie genöthiget werden, beyde Augenaxen gerade auf einen Gegenstand hinzurichten, und sie auf diese Weise in Uebereinstimmung zu bringen. D. Jurin *) bemerkte, daß bey den Schielenden der eine Augapfel gerade in der Mitte der Oeffnung, so wie, wenn man gerade vor sich siehet, aber der Augapfel des andern Auges gewöhnlich nach der Nase hin gezogen wird; in dieser kleinern Entfernung bleiben beyde bey allen schiefen Richtungen des Auges, so daß die beyden Axen niemahls auf denselben Punkt gerichtet sind, wiewohl die Muskeln in soweit gleichförmig wirken, daß sie beyde Augen zu gleicher Zeit nach einerley Gegend bewegen. Er glaubt, ein Kind gewöhne sich diesen Fehler leicht an, wenn man es in der Wiege oft so leget, daß es das Licht oder eine andere in die Augen fallende Sache nur mit einem Auge sehen kann. Sey es auf solche Art zum Schielen verleitet, und durch Gewohnheit darin bestärkt, so würden die vor die Augen gebrachten Masken gar keine Hülfe thun. Vielmehr schlägt er, das Schielen zu heben, folgende Art vor: wenn das Kind so alt ist, daß es seinen Augen eine gewisse Richtung zu geben verstehet, so lasse man es gerade vor sich treten, lasse es das unverdrehete Auge zuschließen, und sich mit dem andern von ihm ansehen. Findet man die Augenaxe gerade auf sich gerichtet, so lasse man ihm das Auge in dieser Lage erhalten, und das andere aufthun; alsdann wird man zwar das unverdrehete Auge auf sich gerichtet finden, das fehlerhafte aber wird nach der Nase des Kindes sich hindrehen. Durch Geduld und wiederhohlte Versuche aber wird das Kind es allmälig dahin bringen, auch das verdrehete Auge in unverwandter Richtung, wenigstens eine kurze Zeit, zu erhalten. Hat man es so weit gebracht, daß es beyde Augenaxen auf einen richten kann, wenn man gerade vor ihm stehet, so verändere man seine

*) Smiths Lehrbegriff der Optik durch Kästner. S. 395 u. f.

seine Stellung, und lasse es erst ein wenig auf die eine Seite, dann auf die andere treten, und eben das wiederhohlen. Kann es in allen diesen Stellungen beyde Augenaxen vollkommen und leicht auf einen richten, so ist der Gesichtsfehler gehoben. Erwachsene Menschen können alles das für sich allein vermittelst eines Spiegels thun, nur wird desto mehr Geduld erfordert, je älter man ist. Der Herr **von Büffon** *) hat durch sehr viele über das Schielen angestellte Wahrnehmungen entdecket, daß die Hauptursache in der Ungleichheit der Güte beyder Augen liege. Wenn ein Auge viel stärker als das andere ist, so ist auch das Bild im schärfern Auge deutlicher als in dem stumpfern, und eine solche Person sieht mit einem Auge allein deutlicher, als mit beyden zugleich. Daher ist es kein Wunder, wenn solche Personen das gute Auge vorzüglich gebrauchen und das andere zur Seite kehren. Er glaubt, daß es vielleicht nicht möglich sey, das Schielen zu heben, wenn die Ungleichheit der Augen zu groß ist, man müßte denn vermittelst dazu eingerichteter Gläser die Augen einander gleicher machen. Je geringer die Grenzen des deutlichen Sehens sind, desto mehr Einfluß hat die Ungleichheit der Augen auf die Deutlichkeit der Bilder. Weil nun diese Grenzen des deutlichen Sehens durch mehrere Uebung des Auges größer werden, und sich auf beyden Seiten erweitern, so schielen erwachsene Personen nicht so häufig als Kinder, und dieser Fehler verlieret sich oft von selbst mit den Jahren. Wenn die Augen eines Schielenden nicht zu viel unterschieden sind, so schlägt er nach seiner Meinung folgendes Mittel, diesem Gesichtsfehler abzuhelfen, als das einfachste, sicherste und natürlichste vor, daß man das gute Auge auf einige Zeit bedecket halten lasse, wodurch das fehlerhafte Auge gezwungen würde sich anzustrengen, und sich selbst gerade nach dem Objekte zu richten. Dieser Methode sollen sich auch einige Aerzte mit gutem Erfolg bedienet haben. Die Ursache, daß Schielende gewöhnlich das fehlerhafte Auge nach der Nase zu drehen, suchet er darin, daß in dieser Lage

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. 1743. p. 329 sqq.

die Richtung der Axe desselben so viel als möglich von der Richtung des guten Auges sich entfernet, wozu kömmt, daß alsdann die Nase viele Gegenstände verdecket, welche sonst mit dem schlechten Auge würden gesehen werden, weßwegen diese Richtung mit den gewöhnlichen Unbequemlichkeiten verknüpft ist. Zuletzt setzt er noch hinzu, daß bey einigen Schielenden durch das Bedecken des guten Auges in wenigen Minuten das fehlerhafte durch Anstrengung so stark geworden sey, daß sie selbst darüber erstaunet wären. Daher müsse man, um dem schwächern Auge mehr Stärke zu verschaffen, das gute Auge eine Zeitlang bedecken lassen. D. **Reid** [α]) führet an, daß er mehr als zwanzig Schielende untersuchet, und bey allen einen Fehler in dem Gesichtsvermögen des einen Auges gefunden habe. Vier von ihnen waren noch mit dem schwachen Auge deutlich zu sehen im Stande, wenn das andere geschlossen war; die übrigen aber sahen mit dem einen Auge ganz und gar nicht deutlich. Er fand übrigens, daß die Mittelpunkte ihrer Augen so gut miteinander übereinstimmten, wie in andern Personen. D. **Hartley** [β]) hat noch verschiedene Erscheinungen beym Schielen des Auges erläutert. Er bemerket, daß die weißen flechsigen Ausbreitungen der vier geradeziehenden Muskeln bis an die Hornhaut reichen, und folglich bey offenen Augen der Wirkung des Lichtes gar sehr ausgesetzet sind, weil sie bloß von einer dünnen Haut bedecket werden. Der herziehende und abziehende Muskel sind beyde auf diese Art weit mehr bloßgestellet, als der heraufziehende und herunterziehende, auf welche das Licht nicht fallen kann, wenn das Auge nur ein wenig geöffnet ist. Befindet sich nun rechter Hand ein erleuchtetes Objekt, so daß das Licht besonders auf die flechsige Ausbreitung des abziehenden Muskels des rechten Auges, und des herziehenden des linken fällt, so werden durch die Zusammenziehung der Muskeln beyde Augen sich nach denselben Seiten hin dem Lichte zu bewegen; und dieß so lange bi

α) Inquiry into the human mind. p. 253 sqq.
β) Observations on man. Vol. I. p. 215.

bis der herziehende und abziehende Muskel in beyden Augen einer so viel Licht empfängt als der andere, d. i. bis die Augenaxen nach den hellen Gegenständen hingerichtet sind; daher kömmt es, daß sich die Augen neugeborner Kinder immer seitwärts nach dem Lichte oder Fenster zu kehren. Wenn nun ein Kind so in der Wiege geleget wird, daß ein Auge verdeckt ist, so fällt die Wirkung des von außen herkommenden Einflusses des Lichtes weg. Wird dieses oft wiederhohlet, so wird das so bedeckte Auge bloß von den Einflüssen aus dem Gehirne her regieret werden, und sich meistentheils aufwärts und niederwärts bewegen.

Das **falsche Sehen** (pseudoblepsis) ist der fehlerhafte Zustand solcher Augen, welche entweder Dinge sehen, die gar nicht vorhanden sind, oder vorhandene Dinge anders als gewöhnlich sehen. Zur ersten Art gehören die Erscheinungen von Funken, Fliegen, Netzen, hellen Punkten u. d. g. welche vor den Augen schweben; zur zweyten das Nichtsehen der Farben, die Erscheinung falscher Gestalten, falscher Farben, das Halbsehen und das Doppeltsehen.

Es gibt viele Personen, welche vor ihren Augen dunkele Flecken oder Punkte, wie kleine Mücken, wellenförmig gewundene Fäden, Netze, Spinneweben, helle Punkte oder Funken u. d. g. sehen. Dergleichen Flecke steigen in die Höhe, wenn die Augen schnell gegen den Himmel gerichtet werden, sinken aber langsam herab und verschwinden, wenn die Augen scharf gegen einen Gegenstand gerichtet sind. Am deutlichsten erscheinen sie, wenn sie vor der Mitte des Auges vorüberziehen, und selbiges gegen einen hellen Gegenstand, besonders gegen Schnee und Nebel, gerichtet ist. Von manchen Augen werden sie in unzählbarer Menge wahrgenommen, wovon einige schwer zu seyn scheinen, und daher schneller als die andern zu Boden sinken. Wenn eine solche Person den Kopf niedersenkt, so sammeln sie sich um die Mitte des Auges, leget sie sich auf den Rücken nieder, und läßt den Kopf hinterwärts hängen, so gehen sie nach der Stirn zu, welche alsdann am niedrigsten liegt. Sie folgen daher offenbar der

Schwere so, wie Körper, welche in einer Flüssigkeit schwimmen. Die mehresten Aerzte haben sie mit **Willis** [α]) aus der Unempfindlichkeit gewisser Stellen der Netzhaut durch ausgetretenes Blut oder Verflechtung der Gefäße erklärt; allein ihre Bewegung wird dadurch nicht begreiflich. **De la Hire** und **le Roi** [β]) glauben, daß sie von der wäßrigen Feuchtigkeit herrühren, und **Morgagni** [γ]) leitet sie von Streifen der eingetrockneten Thränenfeuchtigkeit auf der Hornhaut her. **Maitre-Jan** [δ]) ist der Meinung, daß diese Erscheinung, weil sie oft vor dem grauen Staare vorhergehet, von einem Fehler der äußern Häute der Krystalllinse herrühren könne. **Demours** [ε]) öffnete die Hornhaut solcher Augen, welche dergleichen Flecken sahen, und ließ die wässerige Feuchtigkeit ablaufen; allein die kranken Augen nahmen immer noch die Flecken gewahr, wie vorher. Die Ursache derselben setzt er also in die Feuchtigkeit des **Morgagni**, von welcher die Krystalllinse umgeben wird, und von der einige kleine Theile, ohne viel von ihrer Durchsichtigkeit zu verlieren, etwas mehr Dichtigkeit, Schwere und Brechungsverhältniß erhalten können. Er läugnet aber dabey nicht, daß die unbeweglichen Flecken von einer Unempfindlichkeit verschiedener Stellen der Netzhaut und der Sehenerven herrühren, und selbst vorhergehende Zeichen des schwarzen Staars seyn können, so wie die beweglichen eine entferntere Ursache des grauen Staars abgeben würden.

Das Nichtsehen der Farben ist ein angeborner Gesichtsfehler und daher nicht leicht zu heilen. Ein gewisser **Colardeau** in Frankreich konnte Gestalt und Größe sehr deutlich

α) Anatom. cerebri cap. 21.

β) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. 1760.

γ) Aduersar. anatom. VI. Animaduers. 75.

δ) Traité de maladie de l'oiel. 12mo. p. 281.

ε) Sur les filamens, qui paroissent voltiger devant les yeux; im journ. de médecine Fevr. 1788. p. 274.

deutlich sehen, aber die Farben nicht unterscheiden [α]). Verschiedene andere dergleichen Beyspiele findet man in den philosophischen Transactionen angeführet [β]).

Das **Sehen falscher Farben** (chrupsia, visus coloratus) kann aus verschiedenen Ursachen herrühren, vom ausgetretenen Blute, von der gelben Sucht, von einem starken Eindrucke des Lichtes auf die Netzhaut, von Entzündungen, vom heftigen Reiben des Auges u. s. f. **Boyle** [γ]) erzählet, daß bey einer Pest Kranke an den Kleidern und andern Gegenständen die lebhaftesten Farben sahen. Bey verschlossenen Augen sieht man gemeiniglich zufällige Farben. M. s. **Farben, zufällige.**

Falsche Gestalten, Lagen und Größen der Dinge (metamorphopsia, visus defiguratus) können aus verschiedenen Ursachen entstehen, welche vorzüglich in der Myopie, in Nervenkrankheiten, Verschleimung der ersten Wege, oder auch in einem unregelmäßigen Bau irgend eines Theiles des Auges zu suchen sind. **Sauvages** [δ]) erzählet, daß ein 80jähriger Mann eine Zeitlang alle gerade Gegenstände krumm, und nach einer Seite hangend sahe, und **Stoll** führet einen Fall an, daß einem Kranken nach einer hitzigen Krankheit alle Objekte schief und vorwärts gekrümmt erschienen.

Vom **Doppeltsehen** (diplopia, visus duplicatus) haben **Klauhold** [ε]) und **Klinke** [ζ]) viele Beobachtungen gesammelt. **Sauvages** gibt aus verschiedenen Ursachen zehn Verschiedenheiten desselben an. Wenn die Augenaxen der beyden Augen nicht zusammenlaufen, so erscheinen denselben die Gegenstände doppelt. Ein solches Doppeltsehen kann ein Vorbote von mancherley Krankheiten seyn, wobey

 die

α) Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik. B. I. St. 2. S. 57.
β) Vol. LXVII. P. I. n. 14. Vol. LXVIII. P. II. p. 611. und in den Sammlung. zur Phys. und Naturgesch. B. I. St. 5. S. 637.
γ) Experim. de coloribus P. I.
δ) Nosolog. method. T. II. p. 190.
ε) Diss. de visu duplicato. Argentor. 1746. 4.
ζ) Diss. de diplopia. Goetting. 1774. 4.

die Augen entweder durch Krämpfe oder durch Lähmung verdrehet und aus ihrer natürlichen Lage gebracht werden. Mannigmahl kann es auch von der Ungleichheit der Augen, von der Verletzung oder eigenen Schwäche des einen herrühren. Selbst einem Auge allein können Gegenstände doppelt erscheinen, wenn die Hornhaut verletzet ist, und gleichsam eine polyedrische Form erhalten hat, oder auch wenn der Augenstern mehr als eine Oeffnung besitzet. Manche Kurzsichtige nehmen alle entfernte Gegenstände doppelt gewahr, wovon **de la Hire** *) die Ursache in der Gestalt der Krystalllinse sucht.

M. s. **von Cullen** kurzer Inbegriff der medicinischen Nosologie, aus dem Englisch. übersetzt. Leipzig 1786 gr. 8. Th. I. S. 399. f.

Gesichtsfeld (campus visionis, champ de vision) ist der Raum, welchen das Auge bey Betrachtung der Objekte besonders durch ein Fernrohr oder Mikroskop übersehen kann. Dieser Raum ist wegen der Figur der Gläser kreisförmig. Der Halbmesser dieser kreisförmigen Figur druckt man in Graden und Theilen davon aus. Er ist nämlich derjenige Winkel, welchen die äußersten ins Auge kommenden Strahlen rings herum mit der Augenaxe machen, und heißt auch der **scheinbare Halbmesser des Gesichtsfeldes**. Von der Größe dieses Halbmessers hängen die Größen der Oeffnungshalbmesser der Okulargläser im Fernrohre ab, wenn das Auge durch die Gläser das Objekt völlig übersehen kann.

Wenn die Gesichtsaxe auf einen Gegenstand gerade hingerichtet ist, so sieht er diesen desto deutlicher, je näher die von der äußersten Grenze desselben herkommenden und ins Auge fallenden Strahlen der Gesichtsaxe liegen. Soll also irgend ein leuchtender Punkt, welcher außerhalb der Gesichtsaxe liegt, noch deutlich gesehen werden, so muß der scheinbare Halbmesser des Gesichtsfeldes nicht zu groß seyn; vermöge der Erfahrung wird ein solcher leuchtender Punkt

*) Accidens de la vue p. 351.

Punkt noch deutlich wahrgenommen, wenn der scheinbare Halbmesser des Gesichtsfeldes nicht über 45° beträgt.

Was die Fernröhre überhaupt betrifft, so wird der scheinbare Halbmesser des Gesichtsfeldes desto kleiner, je größer die Vergrößerungszahl ist, wenn die Zahl der Gläser und ihre Oeffnungshalbmesser einerley bleiben. Wird die Vergrößerungszahl sehr groß, so ist diese mit dem scheinbaren Halbmesser des Gesichtsfeldes beynahe im umgekehrten Verhältnisse.

Aus Gründen, welche bereits unter dem Artikel **Fernrohr** vorgetragen sind, erhellet sehr leicht, daß man durch das galileische Fernrohr ein desto größeres Gesichtsfeld übersiehet, je näher das Auge an das Okularglas gehalten wird. Bringt man es sehr nahe daran, so wird die Größe des Gesichtsfeldes durch die Oeffnung des Augensternes bestimmt; mithin übersieht man im Dunkeln mehr als am Tage.

Im astronomischen Fernrohre ist das Gesichtsfeld bestimmter. Hat das Auge die vortheilhafteste Stelle etwas weniges hinter dem Okularglase, so ist die Tangente des scheinbaren Halbmessers des Gesichtsfeldes gleich dem Halbmesser der Oeffnung des Augenglases, dividirt durch die Länge des Fernrohrs. M. s. **Fernrohr**. Bey der gewöhnlichen Einrichtung der Erdfernröhre findet eben dieß Statt, nur daß man hier nicht mit der ganzen Länge des Fernrohres, sondern bloß mit der Summe der Brennweiten des Objektivs und des Okulars zu dividiren braucht.

Bey achromatischen Objektivgläsern wird bey einerley Vergrößerungszahl das Gesichtsfeld größer als bey einfachen, und besonders beym Gebrauche des dreyfachen Objektivs wird die Vergrößerung des Gesichtfeldes doppelt so groß, als beym Gebrauch des doppelten. M. s. **Fernröhre, achromatische**. Will man ein sehr großes Gesichtsfeld haben, so muß das Fernrohr nicht lang gemacht werden, wie z. B. bey den Nachtfernröhren.

In Ansehung der **Spiegelteleskope** bestimmt man die Größe des Gesichtsfeldes durch ein zusammengesetztes

Verhältniß. M. s. **Spiegelteleskop.** Aus diesem erhellet, daß sich diese Größe ebenfalls wie die Oeffnung des Okulars verhalte. Daraus läßt sich begreifen, daß man das Okularglas breit machen müßte, um ein großes Gesichtsfeld zu erhalten. Weil aber dadurch viel Abweichungen zu Wege gebracht würden, so verändert man lieber die ganze Stellung, indem man nämlich die vom großen Spiegel reflektirten Strahlen, noch ehe sie ein Bild zu Stande bringen, mit einem Okularglase auffängt, und die in selbigem gebrochenen Strahlen durch ein anderes Augenglas gehen läßt, wodurch eben so, wie durch zwey nahe Augengläser im astronomischen Rohre, das Gesichtsfeld sehr vergrößert wird. Ueberhaupt aber pflegt man dabey das Gesichtsfeld mehr durch Proben als durch Rechnungen und Abmessungen zu bestimmen.

Beym einfachen Mikroskope ist die Tangente des scheinbaren Halbmessers des Gesichtsfeldes gleich dem Quotienten aus dem Halbmesser der kleinen Linse durch die Brennweite dividiret. M. s. **Mikroskop.**

Gesichtskreis s. **Horizont.**

Gesichtswinkel s. **Sehewinkel.**

Gestalt, Figur (figura, figure). Hierdurch versteht man die gegenseitige Lage und Beschaffenheit der Grenzen von einer ausgedehnten Größe. Einem jeden wirklichen Körper muß nothwendig eine Gestalt zukommen, weil er Ausdehnung und folglich Grenzen besitzet. Es ist daher die Gestalt ein ganz allgemeines Phänomen aller sinnlichen Körper.

Die Gestalten der Körper sind ein vorzüglich unterscheidendes Kennzeichen der Körper untereinander, indem verschiedene Körper auch verschiedene Gestalten besitzen. So ist es dem Mineralogen ein Hauptgeschäft, die verschiedenen Gestalten der Mineralien genau zu bestimmen, um sie hierdurch als äußere unterscheidende Merkmahle von einander zu unterscheiden.

Was

Was die scheinbare Gestalt der Objekte anbetrifft, von welchen wir überhaupt nur die Grenzen sehen, so kömmt es hierbey ganz darauf an, wie uns die Größe und Entfernung dieser Grenzen erscheinet. Hierbey ist man vielen Täuschungen ausgesetzet. So kann z. B. ein eckiger Körper in einer großen Entfernung ohne Ecken, ein Kreis von der Seite betrachtet länglichrund erscheinen. Eben so kann uns ein Cylinder, von der Seite betrachtet, nur als ein Viereck, eine Kugel als ein Kreis vorkommen; aus dem auffallenden Lichte aber und geworfenen Schatten schließen wir, daß jenes ein Cylinder und dieses eine Kugel sey.

Gestehen, Erhärten. Wenn diejenigen Körper, welche bey den gewöhnlichen Graden unserer Atmosphäre feste sind, nach vorhergegangener Schmelzung durch die Abnahme der Wärme wieder in den festen Zustand übergehen, so sagt man von ihnen, daß sie **gestehen** oder erhärten. Im Grunde ist dieß nichts weiter als eine Art von Gefrierung. M. s. **Gefrierung**.

Gestirne (astra, sidera, astres) heißen alle diejenigen Körper, welche wir sowohl bey Tage als auch bey der Nacht am Himmel erblicken. Ihre scheinbare Bewegung ist die von Morgen gegen Abend, die ihnen täglich zu zukommen scheinet. Alle zeigen sie sich als leuchtende Körper; nach genauern Untersuchungen aber wird man auf die Folge geleitet, daß einige an sich leuchtende, andere aber dunkele, und nur von fremdem Lichte erleuchtete Körper sind. Zu den an sich leuchtenden rechnet man die Sonne und die übrigen Fixsterne, zu den dunkeln und vom Sonnenlichte erleuchteten die Planeten, die Monden oder Nebenplaneten und die Kometen, von welchen allen eigene Artikel handeln.

Die Astronomie lehret uns, daß der bey weiten größeste Theil aller Gestirne die Größe unserer Erdkugel gar sehr übertrifft, ob sie uns gleich sehr klein scheinen; daß ihre Entfernungen von einander im eigentlichsten Sinne ganz unermeßlich sind, und daß ihre wahrscheinlichen Bewohner unsere Erde entweder

der gar nicht, oder nur als ein kleines lichtes Sternchen erblicken. M. s. **Weltgebäude.**

Gesundbrunnen, Mineralwasser (fontes medicati, aquae minerales, eaux minerales) heißen diejenigen Quellen oder Brunnen, welche verschiedene schwefelige, salzige und mineralische Substanzen bey sich führen, und aus welchen sich verschiedene Gasarten entwickeln. Man kann wohl behaupten, daß mehrentheils alle Brunnen- und Quellwasser mineralisch sind, indem sie alle wenigstens einen kleinen Antheil von Erde und Selenit bey sich führen; indessen erhalten solche Wasser im gemeinen Leben besonders den Nahmen **harter Wasser**, wenn die Beymischung der Erde und des Selenits schon in beträchtlicher Menge vorhanden ist, und mineralische Wasser heißen nur diejenigen, welche eben angeführte Substanzen bey sich führen. Die mehresten derselben sind bey gewissen Krankheiten zur Heilung derselben vorzüglich gut befunden worden, wenn sie getrunken werden, und diese haben den eigentlichen Nahmen der **Gesundbrunnen** erhalten.

Die mineralischen Bestandtheile erhalten diese Wasser dadurch, daß sie durch Erdschichten gehen, in welchen Salze und Kiese anzutreffen sind, die sich im Zustande der Zersetzung befinden. Uebrigens sind diese Bäder entweder kalte oder warme Bäder, wenn nämlich ihre Wärme die Temperatur der äußern Atmosphäre, wo sie entspringen, entweder nicht übertrifft, oder größer als diese ist. Von warmen Bädern s. m. den Artikel **Bäder, warme.** Einige von diesen Wassern enthalten eine beträchtliche Menge von Luftsäure, woher sie einen stechenden und geistigen Geruch erlangt haben. Diese Luftsäure aber verlieren sie an der freyen Luft bald, oder wenn sie geschüttelt werden. Man nennt sie vorzüglich **Sauerwasser, Sauerbrunnen** (aquae acidulae, eaux acidules).

Anleitungen, um die Mineralwasser chemisch zu untersuchen, hat man von **Macquer** [α]) **Bergmann** [β]) und vorzüglich von **Westrumb** [γ]), und über einzelne Gesundbrunnen von **Stucke** [δ]) **Reuß** [ε]) und andern. Die Resultate der neuesten Beobachtungen sind von **Remmler** [ζ]) in Tabellen gebracht worden. **Zückert** theilet sie ab in seifenartige, Bitterwasser, alkalische, salzige, schwefelhaltige und eisenhaltige.

Die seifenartigen enthalten eine feine Thonerde, und sind in Ansehung ihres fixen Gehaltes die unwirksamsten.

Die **Bitterwasser, abführenden Wasser** (aquae catharticae, purgantes, amarae) führen das aus der Schwefelsäure und Bittersalzerde bestehende Bittersalz, und zuweilen auch wahres Glaubersalz, wenn sie über fixen mineralischen Alkali gegangen sind. Oft enthalten sie auch freye Bittersalz- oder Kalkerde, welche bloß durch etwas Luftsäure gebunden ist. Das **sedlitzer** oder **saidschützer Bitterwasser** sind in Deutschland die bekanntesten [η]). In einer schwedischen Kanne saidschützer Bitterwasser fand **Bergmann** $4\frac{1}{2}$ Gran luftsäurehaltigen Kalk, $24\frac{1}{2}$ Gran Gyps, $12\frac{1}{2}$ Gran luftsäurehaltige Bittersalzerde, $859\frac{1}{2}$ Gran Bittersalz, $21\frac{3}{4}$ Gran Bitterkochsalz, 1 Cubikzoll fixe Luft und eben so viel reine Luft.

Die alkalischen Mineralwasser führen etwas freyes, fixes Mineralalkali bey sich, welches aller Wahrscheinlichkeit nach durch einige Luftsäure gebunden ist. Sie enthalten größtentheils

α) Chymisches Wörterbuch, Art. Wasser, mineralische, mit Leonhardis Anmerk.

β) De analysi aquarum in opusc. phys. et chemic.

γ) Physikalisch-chemische Abhandlungen B. 1. H. 2. S. 71. f.

δ) Physik. chemische Beschreibung des wildunger Brunnens mit einer Vorrede von Westrumb Leipz. 1791. 8.

ε) Chemisch-medicinische Beschreibung des Kaiser-Franzen-Bades. Dresden 1794. 8.

ζ) Tabellen über den Gehalt der in den neuern Zeiten untersuchten Mineralwasser. Erf. 1790.

η) Troschel Nachricht von dem wahrhaften böhmischen Bitterwasser saidschützer Ursprungs, aus dem hochbelschen Berge. Leitmeritz 1761. 8.

tentheils Glaubersalz, Bittersalz und Kochsalz. Warme Quellen dieser Art, wie z. B. die carlsbader, bringen oftmahls Kalkerde mit sich, die sie an der Luft absetzen. Die eigentlichen salzigen Wasser unterscheiden sich von den Salzquellen durch die Luftsäure, welche sie enthalten, und welche sie vorzüglich zum medicinischen Gebrauche anwendbar machen. Hierher kann man das bekannte Selterwasser rechnen, wiewohl es auch Bittersalz und Mineralalkali enthält [α]). Aus einer schwedischen Kanne Selterwasser bekam **Bergmann** 17 Gran luftsäurehaltigen Kalk, $29\frac{1}{2}$ Gran luftsäurehaltige Bittersalzerde, 24 Gran luftsäurehaltiges Mineralalkali, $109\frac{1}{2}$ Gran Kochsalz, 60 Cubikzoll fixe und 1 Cubikzoll reine Luft.

Die schwefelhaltigen Wasser sind warme Quellen, welche Schwefel bey sich führen, an der Luft aber absetzen, worunter die aachner Bäder die berühmtesten sind. M. s. **Bäder, warme.**

Die eisenhaltigen Wasser oder Stahlwasser (aquae martiales, chalybeatae) enthalten Eisen, entweder durch Schwefelsäure oder durch Luftsäure aufgelöset. Man erkennt diese Wasser sehr leicht an dem abgesetzten Eisenocher und an der fettig scheinenden, mit Regenbogenfarben spielenden Haut. Diese sind am häufigsten und finden sich gewöhnlich in Torfmooren und sumpfigen Gegenden, wo in ihrer Nachbarschaft Schwefelkiese anzutreffen sind. Ihr Geschmack ist zusammenziehend, und führen mehrentheils noch Mittelsalze und Erdarten bey sich. Von dieser Classe sind vorzüglich das Spa- und Pyrmonterwasser bekannt [β]). In einer schwedischen Kanne Spawasser fand **Bergmann** $8\frac{1}{2}$ Gran luftsäurehaltigen Kalk, 20 Gran luftsäurehaltige Bittersalzerde, $8\frac{1}{2}$ Gran luftsäurehaltiges Mineralalkali, 9 Gran Kochsalz,

α) Untersuchung von des berühmten Selterwassers Bestandtheilen, Wirkungen und richtigem Gebrauch. Leipz. 1775. 8.

β) Seip Beschreibung der pyrmontischen Mineralbrunnen und Stahlwasser. Hannover 1750. 8. Markard Beschreibung von Pyrmont. I. Th. Leipz. 1784. gr. 8. S. 246 f.

Kochsalz, $3\frac{1}{4}$ Gran luftsäurehaltiges Eisen und 45 Cubikzoll Luftsäure; im Pyrmonter hingegen 20 Gran luftsäurehaltigen Kalk, $38\frac{1}{2}$ Gran Gyps, 45 Gran luftsäurehaltige Bittersalzerde, 25 Gran Bittersalz, 7 Gran Kochsalz, $3\frac{1}{2}$ Gran luftsäurehaltiges Eisen, und 95 Cubikzoll Luftsäure. **Markard** gibt nach Versuchen, welche **Westrumb** zwey Meilen von der Quelle selbst angestellet hat, den Gehalt der Luftsäure auf 140 Cubikzoll in einer Kanne.

Schon lange hatte man sich damit abgegeben, die Gesundbrunnen durch Kunst nachzumachen. Weil aber ein vorzüglicher Bestandtheil derselben die Luftsäure ist, man aber die luftförmigen Stoffe in ihren Eigenschaften noch lange nicht hinlänglich kannte, und sie zu behandeln wußte, so fand man dabey unüberwindliche Schwierigkeiten. Anfänglich suchte man ihnen das Geistige und, in Ansehung des Geschmacks, Stechende durch Gemenge von Eisenfeil und Schwefel zu geben. **Venel** [a]) zeigte zuerst, diesen luftförmigen Stoff aus den mineralischen Wassern zu erhalten, und sie vermittelst einer Auflösung des Mineralalkali durch Salzsäure in das gemeine Wasser zu bringen. Auch war es schon **Lane** [b]) bekannt, daß das mit solcher Luft angeschwängerte Wasser Eisen auflöslich mache. Als man endlich die Gasarten entdeckte, und Hülfsmittel erfand, sie besonders darzustellen, so wurde hinlänglich bewiesen, daß der flüchtige Geist im Sauerbrunnen nichts weiter, als Priestley's fixe Luft, oder die so genannte Luftsäure sey, welche so leicht aus dem Aufbrausen der Kalkerden mit Säuren gewonnen werden kann. M. s. **Gas, mephitisches.** Seit dieser Zeit hat man nun auch Geräthschaften erfunden, um das Wasser auf eine sehr bequeme Art mit dieser Gasart anzuschwängern, wobey zugleich die nöthige Menge von Eisen und die übrigen fixen Bestandtheile leicht hinzuthun, und den so

a) Mémoir. sur l'analyse des eaux de Selters; in mém. présentés à l'Acad. roy. Vol. II. p. 53. 80.

b) Philosoph. transact. Vol. LXIX. Neues hamb. Magazin, B. XI. S. 483.

so genannten Sauerbrunnen sehr vollkommen nachmachen kann. M. s. **Parkers Maschine.**

M. s. **Zückert** Beschreibung aller Gesundbrunnen Deutschlands. Königsberg 1776. gr. 8.

Getriebe s. **Räderwerk.**

Gewächslaugensalz s. **Laugensalz.**

Gewicht (pondus, poids) ist die Größe des Drucks, welchen ein Körper gegen die Unterstützung, die ihn hält, wenn sie stark genug ist, äußert. Man muß Gewicht und Schwere wohl von einander unterscheiden, ob man gleich im gemeinen Leben beydes mit einander zu verwechseln pfleget. Schwere ist nichts weiter, als die so genannte beschleunigende Kraft, weil sie ununterbrochen auf jeden Körper wirkt, Gewicht aber die bewegende Kraft der schweren Materie, mithin das Produkt aus der beschleunigenden Kraft der Schwere in die Menge der Materie. Man nehme an, es sey die Menge der Materie $= M$, das Gewicht $= P$, und die beschleunigende Kraft der Schwere $= f$, so hat man $P = f . M$. Es folgt also hieraus, daß sich die Gewichte zwey verschiedener Körper zu einander verhalten wie die bewegenden Kräfte, folglich auch wie die Massen. Es sey nämlich m die Menge der Materie eines andern Körpers und p sein Gewicht, so ist auch $p = f . m$, folglich hat man $P : p = M . f : m . f = M : m$.

Die Erfahrung lehret, daß verschiedene Körper von einerley Umfange nicht einerley Gewicht haben. Man kann also daraus schließen, daß diejenigen Körper, welche bey gleichem Umfange ein größeres Gewicht besitzen, als andere, auch mehr Materie, mithin auch größere Dichtigkeit als diese haben müssen. Daher theilet man die Körper in Körper **schwererer Art** (corpora specifice grauiora) und in Körper **leichterer Art** (corpora specifice leuiora). Jene heißen diejenigen, welche bey einerley Umfange mehr, und diese, welche weniger Materie enthalten. Es bestimmen also auch die Gewichte der Körper die Menge der materiellen Theile in einem bestimmten Raume.

Wenn

Wenn das Gewicht eines Körpers bestimmt angegeben werden soll, so muß man das Gewicht des einen Körpers zur Einheit annehmen, und alsdann vergleichungsweise untersuchen, welcher Körper schwererer und welcher leichterer Art ist, weil sich das Gewicht eines Körpers an sich nicht bestimmen läßt. Im gemeinen Leben pflegt man die zur Einheit angenommene Größe des Drucks eines Körpers selbst Gewicht zu nennen, wie z. B. Pfund, Centner u. s. f. M. s. **Pfund.** Von dem hierzu dienenden Werkzeuge s. m. den Artikel **Wage.** Betrachtet man nun die bestimmte Größe des Drucks eines Körpers gegen das, was ihn unterstützet, ohne auf seinen Umfang Rücksicht zu nehmen, so nennt man selbigen das **absolute Gewicht** des Körpers (pondus absolutum). Vergleichet man hingegen die absoluten Gewichte zweyer Körper mit einander in Ansehung eines bestimmten Volumens, welches beyde Körper einnehmen, so erhält man den Begriff vom **specifischen** oder **eigenthümlichen Gewichte** (pondus specificum), oder von der **specifischen** oder **eigenthümlichen Schwere** (grauitas specifica). M. s. den Artikel **Schwere, specifische.**

Wenn ein fester Körper in einen flüssigen eingetauchet wird, so verlieret er von seinem absoluten Gewichte gerade so viel, als die von selbigem verdrängte flüssige Materie wiegt. M. s. **Gleichgewicht.** Wenn z. B. ein fester Körper von 20 Loth, in Wasser getaucht, 2 Loth Wasser aus der Stelle treibt, so ist nun der Verlust seines absoluten Gewichtes auch 2 Loth, und er wiegt nur noch 18 Loth. Diesen Ueberrest vom Gewichte nennt man sein **respektives** oder **relatives Gewicht** (pondus relatiuum).

Da nun die Luft unserer Atmosphäre, in welcher alle abzuwägende Körper sich befinden, alle Eigenschaften einer flüssigen Materie hat, so sieht man leicht, daß ein jeder Körper in der freyen Luft einen Theil von seinem absoluten Gewichte verlieren müsse, daß mithin alle Gewichte der Körper, wie wir sie im luftvollen Raume finden, bloß relative Gewichte sind. Je größer nun der Raum ist, welchen ein Körper ein-

nimmt, desto mehr Luft treibt er aus der Stelle, desto mehr muß also auch der Körper an seinem absoluten Gewichte dabey verlieren. Weil nun die Wärme alle Körper in einen größern Raum ausdehnet, so werden auch diese, wenn sie erhitzt sind, mehr von ihrem absoluten Gewichte verlieren, als wenn sie kalt sind. Daher sagt man auch, daß ein Körper im Sommer weniger als im Winter wiege; hierbey ist aber doch darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Luft im Sommer leichter als im Winter ist, mithin der Körper alsdann in einer leichtern Luft gewogen wird, welcher Umstand jenen Unterschied wenigstens zum Theil wieder aufhebet. Ueberhaupt wird der Verlust in den mehresten Fällen, besonders wenn die abzuwägenden Körper eine beträchtliche Dichtigkeit besitzen, sehr gering seyn, bey solchen Körpern aber, welche sehr leicht sind, und einen sehr großen Umfang einnehmen, kann er auch von Erheblichkeit und daher gar nicht außer Acht zu lassen seyn. Ja, wenn diese mit noch leichtern Stoffen, als mit der gemeinen Luft, z. B. mit brennbarer Luft gefüllet werden, so können sie ihr absolutes Gewicht ganz verlieren, ja sogar in der freyen Luft in die Höhe steigen und beträchtliche Lasten mit sich nehmen. M. s. Aerostat.

Gewitter, Ungewitter, Donnerwetter (tempestas fulminea, orage accompagnée d'éclairs et de tonnerre). Wenn eine Entladung der Elektricität zwischen den Gewitterwolken und der Erde, mithin Blitz und Donner zu wiederhohlten Mahlen erfolget, so heißt dieses Phänomen ein **Gewitter**. Mehr hiervon s. m. in den damit verwandten Artikeln, **Blitz, Blitzableiter, Donner, Luftelektricität.**

Es war sonst die gemeinste Meinung, daß die Gewitterwolken sich als geladene Conduktoren verhielten. Wenn ihnen also andere unelektrische Wolken oder auch andere nicht elektrisirte Körper nahe kämen, so entladeten sie sich, und daher entstehe Blitz und Schlag. Allein Herr de Lüc hat dagegen sehr wichtige Zweifel gemacht, und diese Meinung entkräftet. Vielmehr glaubet er, daß die Bestandtheile der elektrischen Materie zwar in der Luft anzutreffen wären, dieselbe

selbe aber bey jedem entstandenen Blitze in dem Moment erzeuget würde. Es habe indessen damit eine Bewandniß, welche man will, so ist doch gewiß, daß bey den Gewittern allemahl Entladungen der Elektricität zwischen den Gewitterwolken und der Erde Statt finden.

Im Winter findet man die Luft und die Wolken eben so elektrisch, als im Sommer; gleichwohl aber sind die Gewitter im Winter äußerst selten. Nach einer Vermuthung des Herrn Achard *) rührt dieß vielleicht daher, weil kalte Luft besser isoliret als warme, welches sie mit allen isolirenden Körpern gemein hat. Es kann daher im Winter nicht so leicht ein Blitz entstehen, es müßte denn der Vorrath an Elektricität sehr groß seyn. Und wirklich lehret auch die Erfahrung, daß Gewitter im Winter, wenn sie einmahl kommen, sehr schwer sind.

Gewöhnlich entstehen die Gewitter mehr des Nachmittags und des Abends, als des Morgens, vielleicht aus dem Grunde, weil Morgens die Luft noch sehr kühl ist, und Nachmittags und Abends mehrere Veränderungen in Wärme und Kälte erleidet. In bergigen Gegenden erscheinen die Gewitter öfterer als auf dem ebenen Lande, wegen der anziehenden Kraft der Berge gegen die Wolken, und mannigmahl ziehen sie etliche Tage an und über den Bergen herum.

Bey den Gewittern nimmt man gemeiniglich Sturm und Regen oder Hagel wahr. Der Sturm entstehet von der schnellen Abführung der Luft, auch allem Vermuthen nach durch die vom fallenden Wasser entwickelte Luft und Dämpfe. Gewöhnlich sind die Tropfen beym Gewitterregen groß; sehr wahrscheinlich geht durch Entstehung des Blitzes eine sehr schnelle Zersetzung der Luft vor sich, daher sich das Wasser in größere Tropfen vereinigen kann, als bey den gewöhnlichen so genannten Landregen.

Das Läuten der Glocken und das Abfeuern des Geschützes werden jetzt als fruchtlose Mittel gegen die Wirkung des Gewitters angesehen, vielmehr kann den Läutenden wegen

 der

*) Chymisch-physische Schriften. Berlin 1780. S. 263.

der sehr großen Ableitung des Blitzes das Gewitter gefährlich werden.

M. s. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre §. 749.

Gewitterableiter s. Blitzableiter.

Gewitterelektricität s. Luftelektricität.

Glas (vitrum, verre) ist eine durchsichtige, harte, spröde, im Wasser unauflösbare Materie, welche im Bruche glänzend und im Feuer schmelzbar ist, sonst aber darin nicht weiter zerstöret wird.

Im allgemeinen Verstande kann man die Gläser in **salzige, erdige** und **metallische** eintheilen, indem hierzu bloß salzige, erdige und metallische Substanzen gebrauchet werden können. Die bloß erdigen Gläser, zumahl wenn sie undurchsichtig, wenigstens nur an den Kanten durchscheinend sind, heißen im Hüttenwesen auch **Schlacken**. M. s. **Verglasung**.

Das **gemeine Glas** wird aus dem Zusammenschmelzen der feuerbeständigen Alkalien mit dem Sande und andern kieselartigen Erden und Steinen erhalten. Unter allen Säuren greifet das Glas keine andere als die Flußspathsäure an. Die Güte des Glases, seine Klarheit, Härte, Farbenlosigkeit, daß es ohne Blasen ist, hängen von der Reinigkeit des feuerbeständigen Alkali und der Kieselerde, von ihren gehörigen Verhältnissen gegen einander, und von einer dünnen und anhaltenden Schmelzung ab.

Das Gemenge, woraus das Glas zusammengeschmolzen wird, und welches aus reiner, klar gemachter Kieselerde und etwa $\frac{3}{4}$ so viel Alkali, allein oder mit andern Flüssen, bestehet, heißt der **Einsatz**, der **Glassatz** oder die **Fritte**. Diese wird in den Glasöfen in großen Tiegeln geschmolzen, und im Feuer so lange erhalten, bis sie gleichförmig und dünne genug fließt, und die herausgenommenen Glastropfen keine Blasen mehr zeigen. Aus dieser fließenden, reinen Glasmasse werden alsdann die verlangten Gefäße, vermittelst des Blase-

rohres

rohres, geblasen und gebildet, oder sie wird sonst durch Gießen in die beliebigen Formen gebracht. Diese verfertigten Arbeiten werden, um die große Sprödigkeit, welche beym schnellen Abkühlen von der sehr großen Spannung der Theile des Glases herrühret, zu verhüten, im Kühlofen wieder erhitzt und allmälig abgekühlet. Nachher werden noch die Spiegel, nachgemachte Edelgesteine, optische und andere Krystallgläser durch Maschinen geschliffen oder auch mit dem Diamant geschnitten. Kleine Arbeiten werden auch wohl vor der Lampe geblasen.

Das gemeine grüne Glas wird aus Asche von hartem Holze, oder von solchen Kräutern, welche viel Alkali enthalten, und Sande zusammengeschmolzen. Die weißen und feineren Krystallgläser aber werden aus reinem Alkali und reinen Kieselarten bereitet, denen die übrige grüne Farbe durch Zusatz von etwas Braunstein benommen wird. Zu viel Braunstein aber färbt die Gläser wieder röthlich. Wenn künstliche Arbeiten aus diesem Glase verfertiget werden sollen, so macht man es leicht flüssiger durch einen größern Antheil von Laugensalz, durch Arsenik, Salpeter oder Bleykalk, wodurch es aber auch zugleich weicher und von Auflösungsmitteln leichter angegriffen wird. Nach **Zeihers** Versuchen wird das Glas durch Zusatz von Bleykalk merklich schwerer, erhält eine größere Dichtigkeit, und eine stärkere die Farben zerstreuende Kraft als das gemeine Krystallglas; daher es auch statt des englischen Flintglases bey Verfertigung achromatischer Fernröhre mit Vortheil gebrauchet werden kann. M. s. **Flintglas, Fernröhre, achromatische.** Zur Verfertigung der künstlichen Glasflüsse und der künstlichen Edelgesteine bedienet man sich einer feinen Fritte oder Straß von gewählten Stoffen, welche zur Nachahmung der natürlichen Edelgesteine oft auch durch Zusätze von Metallkalken gefärbt werden.

Mit welchem Vortheile das Glas und die daraus verfertigten Arbeiten im gemeinen Leben gebrauchet werden, ist eine genugsam bekannte Sache. In der Physik ist es zu

vielen besonderen Absichten wegen seiner Eigenschaften ganz unentbehrlich. Seine Durchsichtigkeit, Undurchdringlichkeit und Unzerstörlichkeit machen es zu Gefäßen geschickt, worin manche Stoffe eingeschlossen und verschiedene Operationen angestellet werden können. Vorzüglich aber ist es wegen der Brechung des Lichtes zu den optischen Werkzeugen brauchbar, und bey der Elektricität ist es insbesondere als ein sehr guter Nichtleiter die schicklichste und beste Masse.

Das Glas war in dem höchsten Alterthume schon bekannt. Nach **Plinius** [α]) soll es von den ägyptischen Kaufleuten bey einer Reise durch Phönicien, am Ufer des Flusses Belus, durch einen Zufall erfunden worden seyn, da sie bey Zubereitung der Speisen einige Stücke Natrum mit Ufersande vermengt unter ihre Dreyfüße gesetzet und durchs Feuer verglaset gefunden hätten. Auch führen von diesem Flusse Belus die Schriftsteller **Tacitus** [β]) und **Josephus** [γ]) an, daß sein Sand zur Bereitung des Glases vorzüglich geschickt sey. Die älteste Glasfabrik soll nach Erzählung des **Plinius** zu Sidon gewesen seyn; in Rom aber hat man erst zu den Zeiten des **Tiberius** Glas zu machen angefangen. Die Erfindung des Kunststücks aber, das Glas biegsam und streckbar zu machen, welche eben dieser Schriftsteller anführet, ist wohl eine Fabel. Auch schon **Isidorus** [δ]) hält es für ein Märchen. Unter der Regierung des **Nero** erfand man endlich die Kunst, aus einem hellen weißen Glase Trinkgeschirre und andere Gefäße zu bereiten, welches eine Aehnlichkeit mit dem Bergkrystalle hatte; man erhielt sie aus Alexandrien, und wurden um einen sehr hohen Preis verkaufet.

Von der Geschichte des Glases handelt **Hamberger** [ε]), und von der Geschichte des Glases bey den Hebräern **Michaelis**.

Von

α) Historia naturalis lib. XXXVI. cap. 26.
β) Historia lib. V.
γ) De bello Iudaico lib. II. cap. 9.
δ) Orig. XVI. 15.
ε) Commentat. societ. Goetting. Tom. IV.

Vortreffliche Vorschriften von der Glasmacherkunst oder Hyalurgie haben im siebenzehnten Jahrhunderte **Neri** [α]) und **Runkel** [β]) gegeben; neuere Anweisungen hierzu findet man beym **Halle** [γ]), **Hartwig** [δ]), **Beckmann** [ε]) und **Hochgesang** [ζ]).

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie Th. I. Halle 1797. §. 341.

Glaselektricität, positive oder Plus-Elektricität (electricitas vitrea s. positiua, électricité vitrée ou positive) ist diejenige Elektricität, welche man durch Reiben mit der Hand oder mit einer andern Substanz auf dem platten Glase erregen kann. Die Glaselektricität wird der Harzelektricität entgegengesetzet, weil ein elektrischer Körper, welchen das geriebene Glas anzieht, in eben dem Zustande von der geriebenen Siegellackstange abgestoßen wird. **Dü Fay**, welcher den Unterschied der Elektricität des geriebenen Glases und des Harzes bemerkte, führte diese Nahmen Glaselektricität und Harzelektricität ein. Es sind dieß aber unschickliche Benennungen, weil unter gewissen Umständen das Glas und das Harz bald die eine, bald die andere Art der Elektricität erhalten kann. Statt dieser Ausdrücke wählte **Franklin** die Nahmen Plus- und Minuselektricität oder positive und negative Elektricität ein. Auf eine bequeme Art bezeichnet sie Herr **Lichtenberg** mit + E und — E. M. s. den Artikel **Elektricität**.

Glasgeräthschaft, parkersche, s. parkersche Maschine.

Glaslinsen s. Linsengläser.

α) De arte vitriaria lib. VII. et in eosdem *Chph Meretti* obseruat. Amst. 1681. 12.

β) Ars vitriaria experimentalis, oder vollkommene Glasmacherkunst. Frankf. 1689. 4. Nürnberg 1756. 4.

γ) Der Glasarbeiter in der Werkstätte der heutigen Künste. Brand. und Leipzig 1761. 4. B. III. S. 141 — 158.

δ) Die Glashütte, in Sprengels Handwerken in Tabellen. Samml. X. Berlin 1773. S. 274 — 309.

ε) Anleitung zur Technologie. Götting. 1787. 8. S. 240. 254.

ζ) Historische Nachricht von Verfertigung des Glases. Gotha 1780. 8.

Glasmesser (vitrometrum, vitrométre) ist ein Werkzeug, die Brechungs- und Zerstreuungskraft jeder Gattung Glases zu bestimmen. Herr **Boscowich** [a]) hat unter diesem Nahmen ein Werkzeug angegeben. Es besteht in seiner Zusammensetzung aus einem halbprismatischen Gefäß, mit einem veränderlich brechenden Winkel, welches mit Wasser angefüllet wird, und in welches ein Prisma von der Glasart, die man untersuchen will, gethan wird. Aus dem Winkel des ersten Prisma, wenn der Gegenstand durch beyde ohne Farben gesehen wird, wird die Brechungs- und Zerstreuungskraft des Glases geschlossen. Die Resultate verschiedener damit angestellter Versuche erzählet Herr **Klügel** [b]).

Die Figur (fig. 84.) amnl stellet einen senkrechten Schnitt eines prismatischen so gestellten Gefäßes vor, daß der Boden mn eigentlich eine Seitenfläche des Prisma ist, mit dessen Grundflächen die Ebene des Schnitts amnl parallel liegt. Die Seitenfläche nl ist mit dem Boden mn so verbunden, daß sie um n beweglich ist, und dabey doch in jeder Lage gegen mn befestiget werden kann; auch hat eben diese, so wie die gegenüberstehende Seitenfläche am eine viereckige Oeffnung, die durch eine ebene Glasplatte geschlossen ist, um das Licht durchzulassen. Die bewegliche Seitenfläche ist noch überdem mit besonders zubereitetem Leder so versehen, daß in dem Gefäße Wasser aufbehalten werden kann. Das Glasprisma akm, was man untersuchen will, wird hiernächst hart an die gläserne Platte der unbeweglichen Seite am angelegt, so hat man ein aus Glas und Wasser zusammengesetztes Prisma.

Man verlängere ak und am bis b und c, wo sie ln schneiden, so ist cab der brechende Winkel des Glasprisma, abl der brechende Winkel des Wasserprisma, und der Winkel des Glasmessers acl = abl — bac. Ob es nun

[a]) Dissertationes quinque ad dioptricam pertinentes. Vindob. 1767. in der erst. differt.

[b]) Analytische Dioptrik Th. 2. §. 313. u. f.

nun gleich an sich gleichgültig ist, unter welchem Winkel ein Lichtstrahl, wie de, mit der Fläche am aufgefangen wird, so ist es doch am bequemsten, wenn man den Strahl horizontal in das finstere Zimmer leitet, und auf am senkrecht fallen läßt. Hierzu hat **Boscowich** eine dienliche Vorrichtung angegeben. Der senkrecht auffallende Strahl de geht ungebrochen durch nach f, wird daselbst im Wasser nach fo gebrochen, und geht in o nach oq beym Uebergange in die Luft. Das Brechungsverhältniß einer gewissen Art Strahlen sey im Glase $= \alpha : 1$, im Wasser $= \beta : 1$. Wenn alsdann die Winkel so klein bleiben, daß sie mit ihren Sinus beynahe proportional sind, so ist der Winkel gqr, um welchen der Strahl von seiner ersten Richtung abgelenket wird $= (\alpha - 1)$ bac $- (\beta - 1)$ abl. Verschwindet dieser Winkel, so ist bac:abr $= \beta - 1 : \alpha - 1$. M. s. **Farbenzerstreuung.**

Glastropfen, Glasthränen, Springgläser (lacrymae vitreae, larmes bataviques, larmes de verre). Wenn ein flüssiger Glastropfen in kaltes Wasser fällt, so nimmt er die Form eines ovalrunden Körpers an, welcher sich in einen langen, dünnen Schwanz endiget, und in diesem festen Zustande den Nahmen eines **Glastropfens** erhält. Die besondere Eigenschaft, welche der Glastropfen besitzet, ist die: wenn man auf den ovalrunden Theil mit einem Hammer schlägt, oder auch denselben abschleifet, so zerbricht er nicht; so bald man aber den Schwanz abbricht, so zerfällt der ganze Glastropfen in einen feinen Staub.

Weil gewöhnlich in den Glastropfen inwendig kleine, eingeschlossene Luftbläschen enthalten sind, so haben verschiedene dafür gehalten, daß diese Luftbläschen vermöge ihrer zusammengepreßten Elasticität Ursache des Zerspringens wären; allein da man die Tropfen bis zu den Luftbläschen abschleifen kann, ohne sie zu zersprengen, und auch diejenigen Glastropfen, welche gar keine Luftbläschen besitzen, eben dieselbe Wirkung äußern, so kann auch unmöglich dieß die Ursache

dieser Erscheinung seyn. Die Bläschen sind nach **Bosc d'Antic** *) nichts, als ein in Dämpfen aufgelöster Glasschaum oder Glasgalle. Auch findet die Wirkung des Zersprengens im luftleeren Raume Statt.

Die Ursache dieser Erscheinung ist vielmehr in dem plötzlichen Erkalten des Glases im Wasser zu suchen, so wie bey den Springkolben (m. s. **bologneser Flaschen**), wobey die äußern Theile weit eher als die innern kalt werden, welche letztern man auch an die 6 Sekunden im Wasser noch glühen siehet. Natürlich erhalten hierdurch die Theile des Tropfens eine sehr starke und ungleiche Spannung, und eine angefangene Trennung geht augenblicklich durch alle Theile fort. Diese Ursache haben auch schon **Hobbes**, **Montanari** und **Sturm** angenommen. Diese Meinung wird noch mehr dadurch bestätiget, daß man den Glastropfen diese Eigenschaft des Zerspringens durch das Ausglühen auf Kohlen und allmäliges Erkalten ganz benehmen kann. Uebrigens können die Glastropfen so wohl vom weißen als auch vom grünen Glase verfertiget werden.

Wenn man einen flüssigen Glasfaden in kaltes Wasser gehen läßt, so nimmt er von selbst die Gestalt einer spiralförmigen Windung an. Die auf diese Weise bereiteten **Glasfäden** oder **Glaswürmer** (vermiculi vitrei) zerspringen ebenfalls in Staub, wenn von ihnen ein Stück abgebrochen wird.

M. s. **Wolfs** nützliche Versuche; dritter Theil. Halle 1747. 8. Cap. 3. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre §. 422.

Glatt (laeuis, poli). Die Oberfläche eines Körpers heißt glatt, wenn auf selbiger keine Erhabenheiten und Vertiefungen anzutreffen sind. In der Natur findet man keine völlig glatten Oberflächen, selbst in den polirten Flächen der besten Glas- und Metallspiegel, auf welchen wir mit bloßen Augen und durchs Gefühl keine erhabenen Theile wahrnehmen, entdeckt man durchs Mikroskop Erhabenheiten und

*) Mémoir. présentés à l'Acad. de Paris T. IV.

und Vertiefungen. Der von Natur glätteste Körper ist wohl das Eis, sonst kann man aber auch durch Kunst vermittelst des Schleifens und des Polirens sehr glatte Oberflächen an verschiedenen Körpern zu Wege bringen, z. B. am Glas, Marmor, Metall u. dergl. Durch die Glätte der Körper wird die Reibung derselben aneinander gar sehr vermindert. M. s. **Reibung**. Uebrigens wird dem Glatten das Rauhe entgegengesetzet. M. s. **Rauh**.

Glatteis (glacies tenuis corporum superficies obducens, verglas). Wenn nach einer langen anhaltenden Kälte gelinde Witterung einfällt, so bleiben die steinernen Mauern, das Steinpflaster und dergleichen Körper noch eine Zeitlang kälter als die atmosphärische Luft; die in der Luft zersetzten Dünste legen sich nun an diese kalten Körper an und gefrieren; dadurch entstehet eben eine dünne Eisrinde, welche das **Glatteis** genannt wird. Selbst der Regen, welcher bey der Temperatur des Aufthauungspunktes auf solche kältere Körper auffällt, bildet auf selbigen eine Eisrinde, oder Glatteis.

Gleichförmig (vniformis, vniforme). Gleichförmig nennt man dasjenige, was so vertheilet ist, daß auf jeden gleich großen Theil gleichviel kömmt. So heißt ein Körper nach der atomistischen Lehre von gleichförmiger Dichtigkeit, welcher in gleich großen Theilen gleich viel Materie enthält; nach dem dynamischen System hingegen, wenn er in allen Theilen einen gleichen Grad der Erfüllung des Raumes von bestimmtem Inhalte besitzet; eine Bewegung heißt gleichförmig, wenn ein jeder Theil des Weges mit gleicher Geschwindigkeit beschrieben, oder in jedem Zeittheile gleich vieler Raum zurückgeleget wird u. s. f. Dem Gleichförmigen wird das Ungleichförmige entgegengesetzet.

Gleichgewicht (aequilibrium, équilibre) heißt der Zustand der Ruhe, welcher erfolget, wenn zwey oder mehrere Kräfte nach verschiedenen einander entgegengesetzten Richtungen so auf einander wirken, daß gar keine Bewegung erfolgen kann. Wenn die Schaalen einer Kramerwage mit gleich

gleich großen Gewichten beschweret sind, so will das eine Gewicht mit dem einen Arm des Wagebalkens herabsinken, das andere Gewicht hingegen will mit gleicher Kraft diesen Arm aufwärts treiben. Beyde Bestrebungen heben sich also gegen einander auf, und der Wagebalken bleibt in Ruhe. Dieser Zustand heißt das **Gleichgewicht** der Kräfte. Die Lehre vom Gleichgewichte der Kräfte, welche auf feste Körper wirken, heißt die **Statik**: die vom Gleichgewichte solcher Kräfte aber, die auf unelastische, flüssige Körper wirken, die **Hydrostatik**.

Der Grundsatz, worauf alles Uebrige in der Statik gebauet wird, ist dieser: **wenn zwey gleich große Kräfte zu gleicher Zeit auf einen Körper nach gerade entgegengesetzten Richtungen wirken, so muß der Körper ruhen, oder jene beyden Kräfte sind im Gleichgewichte.** Denn beyden Kräften zugleich kann der Körper nicht folgen; es ist aber auch kein Grund vorhanden, warum er der einen Kraft mehr als der andern folgen sollte.

Wenn mehr als zwey Kräfte auf einen Körper wirken, so lassen sich zwey derselben nach den Gesetzen der Zusammensetzung der Kräfte in eine einzige zusammenbringen, welche nun eine andere Größe und Richtung hat. M. s. **Zusammensetzung der Kräfte.** Setzt man diese mit einer dritten Kraft zusammen, so erhält man abermahls eine neue, welche man als die Summe aller drey zusammengesetzten annehmen kann; diese läßt sich mit der vierten zusammensetzen u. s. f., bis zuletzt nur noch eine einzige übrig ist. Wenn nun diese der Summe aller übrigen zusammengesetzten gleich und entgegengesetzet wird, so sind alle Kräfte unter sich im Gleichgewichte, und der Körper muß ruhen.

Man nehme an, der Körper (fig. 85.) c werde nach den Richtungen ca, cd und ce von drey Kräften gezogen, welche sich wie die Linien ca, cd und ce verhalten. Die beyden Kräfte nach den Richtungen ca und cd setze man zusammen, indem man ab mit cd und bd mit ca parallel ziehet, so wird die Diagonale cb des Parallelogramms

acdb

acdb die Größe der mittleren Kraft anzeigen, welche aus den beyden Seitenkräften nach den Richtungen ca und cd zusammengesetzet ist. Wenn nun die einzige Kraft nach der Richtung ce der mittleren nach der Richtung cb vollkommen gleich, und jene dieser gerade entgegengesetzet ist, so muß der Körper c in Ruhe bleiben, weil die dritte Kraft nach der Richtung ce das vermag, was die beyden übrigen Kräfte zusammen nach den Richtungen ca und cd vermögen. Es wird also hier ce = cb seyn, und ce mit cb in gerader Linie liegen müssen; hieraus folgt, daß die drey Seitenlinien des Dreyecks bcd mit den Richtungen der drey Kräfte gleichlaufend sind: denn db ist mit ca parallel, cd ist die Richtung der andern Kraft selbst, und cb liegt mit ce in gerader Linie. Auch sind die drey Seitenlinien des Dreyecks bcd den Linien ca, cd und ce gleich, und verhalten sich daher wie die Kräfte selbst. Daraus ergibt sich demnach das Gesetz des Gleichgewichtes für drey Kräfte: **wenn drey Kräfte zu gleicher Zeit auf einen Körper so wirken, daß sie sich wie drey mit den Richtungen der Kräfte parallelen Seitenlinien eines Dreyecks verhalten, so muß der Körper ruhen.** Dieser Satz wurde von **Simon Stevin** [α]) entdeckt und von **Varignon** [β]) zum allgemeinen Grundsatz der Statik angenommen. Allein zum Grundsatze ist er so evident nicht, vielmehr ist er eine Folge aus der Lehre von der Zusammensetzung der Kräfte.

Aus dem einzigen Grundsatze des Gleichgewichtes von zwey Kräften lassen sich alle Gesetze des Gleichgewichtes fester Körper am Hebel, und selbst flüssiger Körper unter einander, so wie fester Körper mit flüssigen herleiten. Was die Gesetze des Gleichgewichtes fester Körper am Hebel, und flüssiger Körper unter einander selbst betrifft, so sollen diese unter den Artikeln **Hebel** und **Röhren, communicirende,** abgehandelt werden. Die Gesetze des Gleichgewichtes fester Körper

α) Beghinselen der Weghkonst. Amsterd. 1596. 4.
β) Nouvelle mécanique ou statique. à Paris 1725. 4.

Körper mit flüssigen aber sollen in diesem Artikel einer Betrachtung unterworfen werden.

Wenn ein specifisch schwererer fester Körper in eine leichtere Flüssigkeit eingetauchet wird, so muß er auch in selbiger untersinken. Denn durch den Druck des schwereren Körpers erhalten diejenigen Wassertheilchen, auf welche er gebracht wird, auch einen stärkern Druck nach unten, als sie unter sich hatten, da die Flüssigkeit im Gleichgewicht war. Wegen der großen Verschiebbarkeit der flüssigen Theile werden nun diejenigen, welche einen stärkern Druck erhalten haben, die angrenzenden fortbewegen, und dadurch verursachen, daß das Wasser zur Seite in die Höhe steigen muß, um das gestörte Gleichgewicht herzustellen. Da aber der schwerere Körper immer noch einen größeren Druck gegen die Flüssigkeit ausübet, so kann auch dieses Gleichgewicht nicht bestehen, und das Wasser muß immer zur Seite höher treten, je tiefer der Körper sich eintauchet, bis der feste schwerere Körper zum Boden hinabgesunken ist. Alsdann erst wird sich das Gleichgewicht des Wassers wieder herstellen, folglich auf der Oberfläche eine völlige Ebene bilden.

Man stelle sich vor, daß der Raum, welchen der feste Körper im Wasser einnimmt, ebenfalls mit Wasser angefüllet sey, so leidet ein jedes Element der eingebildeten Grenze von innen einen Druck, welcher dem Gewichte einer geraden Wassersäule gleich ist, deren Grundfläche so groß als das Element ist, und deren Höhe die Entfernung des Elements von der Oberfläche des Wassers ist. M. s. **Druck.** Wenn also ein fester Körper im Wasser eingetauchet worden, so wird jedes Elementartheilchen seiner Oberfläche eben so stark von außen nach innen gedrückt, als es von innen nach außen gedrückt würde, indem der vom äußern Wasser gegen dieses Element herrührende Druck eben diesem Gewichte der geraden Wassersäule gleich ist. Weil sich nun der äußere gegen ein jedes Elementartheil-

chen

chen der Oberfläche vom Wasser herrührende senkrechte Druck in einen horizontalen und vertikalen zerlegen läßt; alle horizontale Pressungen aber aufgehoben werden, so entsteht bloß ein Druck von oben nach unten, welcher dem ganzen Gewichte des Körpers gleich ist. Der Erfolg würde der nämliche seyn, wenn der Raum, welchen der feste Körper einnimmt, mit Wasser ausgefüllet wäre. Es muß folglich der Druck, womit das Wasser den Körper in die Höhe zu treiben strebet, so groß als das Gewicht des Körpers seyn, und weil alles einerley bleibet, der Raum mag mit Wasser oder mit etwas Festen angefüllet seyn, so leidet auch der feste Körper eben den Druck. Wenn demnach ein fester Körper von schwererer Art, als das Wasser ist, in diesem zu Boden sinkt, so wird es auch mit einem geringern Gewichte, als sein absolutes Gewicht beträgt, sinken müssen. Ist nämlich das Gewicht des festen Körpers = q, und das Gewicht einer eben so großen Menge Wassers = m, so wird der feste Körper mit dem Gewichte q — m niedersinken, und mit einer solchen Kraft wieder im Wasser erhalten werden können. Man nennt eben dieß Gewicht, womit der schwere Körper in der flüssigen Materie niedersinkt, sein respektives Gewicht.

Hieraus folgt, daß schwere feste Körper von gleichem Volumen gleichviel von ihrem absoluten Gewichte im Wasser verlieren, ihr respektives Gewicht mag einerley oder verschieden seyn. So verlieret ein Cubikzoll Bley eben so viel von seinem absoluten Gewichte als ein Cubikzoll Zinn; aber die respektiven Gewichte werden verschieden seyn. Solche schwere feste Körper hingegen, welche von ungleichem Umfange sind, und gleiches absolutes Gewicht besitzen, verlieren im Wasser ungleich viel; derjenige nämlich, welcher einen größern Umfang, folglich ein specifisch geringerrs Gewicht hat, verlieret mehr von seinem absoluten Gewichte, als welcher das schwerere besitzet.

Wenn ein und der nämliche Körper in verschiedenen Flüssigkeiten von verschiedenem specifischen Gewichte eingetauchet wird, so verlieret er auch in selbigen von seinem absoluten Gewichte ungleich viel; er verlieret nämlich in der schwereren flüssigen Materie mehr als in der leichtern, daher wird er auch mit ungleichem respektiven Gewichte in selbigen sinken. So verliert ein Würfel von Bley in der Milch mehr, als im Wasser.

Ein fester Körper also, welcher mit einer flüssigen Materie ein gleiches specifisches Gewicht hat, verlieret in selbiger sein ganzes absolutes Gewicht; mithin verschwindet sein respektives Gewicht oder ist = o, und muß daher in einer jeden Lage, wohin der Körper in der flüssigen Materie hingebracht wird, ruhig bleiben. Ein fester Körper aber, welcher weniger wiegt, als eine eben so große Menge Wassers, sinkt nur so weit hinein, bis der eingetauchte Theil dem körperlichen Raume nach so groß ist, als eine Menge vom Wasser, dessen Gewicht dem Gewichte des ganzen festen Körpers gleich ist. Denn das Wasser strebt den festen Körper, so weit er in selbigem eingetauchet ist, mit einer Kraft aufwärts zu treiben, welche dem Gewichte einer eben so großen Menge Wassers gleich ist, als der Raum des eingetauchten Theils beträgt. Weil nun der Körper mit seinem ganzen Gewichte sinken will; so kann das Gleichgewicht nicht anders Statt finden, als wenn das Gewicht derjenigen Menge vom Wasser, welche mit dem eingetauchten Theile des festen Körpers einerley Raum einnimmt, dem ganzen Gewichte des festen Körpers gleich ist.

In verschiedenen flüssigen Materien von verschiedenem specifischen Gewichte muß sich einerley fester Körper auf verschiedene Tiefen eintauchen; er muß nämlich desto tiefer sinken, je specifisch leichter die Materie ist, desto weniger tief aber, je specifisch schwerer die flüssige Materie ist. Auch wenn

wenn in einerley flüssigen Materien feste Körper von verschiedenem specifischen Gewichte eingetauchet werden, so muß der specifisch schwerere tiefer sinken, als der specifisch leichtere. So werden gleich große Würfel von verschiedenen Holzarten im Wasser ungleich tief sich eintauchen; auch wird sich ein einziger solcher Würfel in verschiedenen flüssigen Materien verschiedentlich eintauchen. M. s. **Schwimmen.**

Anwendungen von diesen Sätzen, zur Bestimmung der specifischen Gewichte fester und flüssiger Körper, findet man unter dem Artikel **Schwere, specifische.** Von dem Werkzeuge, welches hierzu gebrauchet wird, unter dem Artikel **Wage, hydrostatische.**

Die Sätze vom Gleichgewichte fester Körper mit flüssigen, sind Erfindungen des **Archimedes** [α]), von denen **Vitruv** [β]) die bekannte Fabel erzählet, daß er den Betrug des Goldschmides, welcher dem Könige **Hiero** von Syrakus eine goldene Krone gemacht, und Statt Gold, Silber zugesetzet hatte, durch das Nachdenken über das Leichterwerden seines Körpers im Wasser, wodurch er auf die Erfindung der hydrostatischen Probe geleitet wurde, entdecket habe, und daß er für Freuden über diese Entdeckung nackend aus dem Bade mit Geschrey gesprungen sey. Obgleich diese Erzählung fabelhaft seyn mag, so kann doch die Erfindung selbst vom Archimedes gemacht worden seyn, wiewohl seine angeführten Bücher nur von schwimmenden, nicht von untersinkenden Körpern handeln.

Gleichung der Bahn s. Anomalie.

Gleichung der Zeit, Zeitgleichung (aequatio temporis, équation du tems, équation de l'horologe) ist der Unterschied zwischen der wahren und mittleren Sonnenzeit. M. s. **Sonnenzeit.**

Weil

α) Περι των οχουμενων βιβλ. β. s. de insidentibus humido libri II. in opp. per Dauid. Riualtum. Paris 1615. fol. p. 487.

β) De architectura. lib. IX. c. 3.

Weil das ganze Jahr hindurch die wahren Sonnentage unter einander, mithin auch die Stunden und die übrigen Theile der wahren Sonnenzeit ungleich groß sind, so ist es auch unmöglich, daß Uhren, deren größter Vorzug in einem gleichförmigen Gange bestehet, wahre Sonnenzeit anzeigen können. Das Mittel aus der größten und kleinsten Bewegung der Sonne im Jahre ist genau 59 Minuten und 12 Sekunden im Aequator gerechnet. Daher nennt man auch die Zeit, binnen welcher der Aequator und diese 59 Minuten und 12 Sekunden oder 360° 59′ 12″ durch den Meridian gehen, einen mittleren Sonnentag, und dessen 24 Theil eine mittlere Sonnenstunde, in welcher folglich 15° 2′ 28″ des Aequators durch den Meridian geschoben werden. Die Einführung dieser mittleren Sonnenzeit ist demnach ein Mittel, woran man die immer gleichen Stunden der Uhren binden kann. Man stellt sich nämlich vor, daß eine eingebildete Sonne täglich um 59′ 12″ von Abend gegen Morgen fortrücke, und auf diese Weise ihren jährlichen Umlauf um den ganzen Himmel in eben der Zeit, wie die wahre Sonne, vollendet. Weil nun die wahre Sonne nach dem längsten Tage mitten im Sommer täglich einen Weg von 57 Minuten und 12 Sekunden zurückleget, und von dieser Zeit an von Tag' zu Tage in ihrer Geschwindigkeit zunimmt, bis sie bald nach dem kürzesten Tage täglich um 1 Grad 1 Minute und 12 Sekunden in ihrer Bahn fortgehet, hierauf aber beständig in umgekehrter Ordnung wieder abnimmt, so sieht man leicht, daß die erdichtete Sonne bey einem täglichen Umlaufe den Mittagskreis zu gewissen Zeiten früher, zu andern später, als die wahre Sonne, bisweilen aber auch zugleich mit der letztern erreichen werde. Es wird daher die erdichtete Sonne in dem Augenblicke des Durchganges durch den Mittagskreis den mittleren Mittag bestimmen, welchen die astronomischen Uhren zeigen sollen, so wie der Augenblick des Durchganges der wahren Sonne durch den Mittagskreis den Mittag angibt, welchen die Sonnenuhren zeigen. Der Unterschied zwischen beyden, oder die Zeitgleichung, gibt also zu-

gleich

gleich an, wie viel die astronomischen Uhren zu Mittage eines jeden Tages von den Sonnenuhren abweichen sollen.

Es sey (fig. 86.) elf der Aequator, und cid die Ecliptik, g der wahre und i der mittlere Ort der Sonne in der Ecliptik, und m der Frühlingspunkt, mithin agk der Deklinationskreis der Sonne, und km die wahre Rectascension derselben. Man nehme nun auf den Aequator den Bogen mg = mh und ml = mi, so erhellet, daß lk das Maß des Stundenwinkels sey, um welchen die in g befindliche wahre Sonne von dem Mittagskreise entfernet ist, wenn ihr mittlerer Ort l im Aequator in den Meridian kömmt. Wenn man demnach für diesen Stundenwinkel die mittlere Sonnenzeit sucht, 15° für 1 Stunde gerechnet, so ergibt sich die Zeitgleichung. Es kann diese im Februar und November bis auf 15 Minuten Zeit gehen, aber viermahl im Jahre, nämlich am 15ten Aprill, 15ten Juni, 31ten August und 24ten Decemb. ist sie = 0; mithin culminiren an diesem Tage die wahre Sonne und ihr mittlerer Ort im Aequator zugleich, und es ist alsdann die wahre Zeit der Sonne mit der mittleren Zeit gleich.

Folgende Tafel enthält die Zeitgleichung von 10 zu 10 Tagen durchs ganze Jahr hindurch, oder sie zeigt, was eine nach der mittleren Sonnenzeit abgetheilte und richtig gehende Uhr zeigen muß, wenn die wahre Sonne um 12 Uhr Mittags im Meridian steht.

Jan.	1	12 Uhr	4 Min.
	11	12 —	8 —
	21	12 —	12 —
	31	12 —	14 —
Febr.	10	12 —	15 —
	20	12 —	14 —
März	2	12 —	12 —
	12	12 —	10 —
	22	12 —	7 —
April	1	12 —	4 —
	11	12 —	1 —
	21	11 —	58 —
May	1	11 —	57 —
	11	11 —	56 —
	21	11 —	56 —
	31	11 —	57 —
Jun.	10	11 —	59 —
	20	12 —	1 —
	30	12 —	3 —
Jul.	10	12 Uhr	5 Min.
	20	12 —	6 —
	30	12 —	6 —
Aug.	9	12 —	5 —
	19	12 —	3 —
	29	12 —	1 —
Sept.	8	11 —	58 —
	18	11 —	54 —
	28	11 —	51 —
Oct.	8	11 —	48 —
	18	11 —	45 —
	28	11 —	44 —
Nov.	7	11 —	44 —
	17	11 —	45 —
	27	11 —	48 —
Dec.	7	11 —	52 —
	17	11 —	57 —
	27	12 —	2 —

Genauer geben dieß die Ephemeriden und astronomischen Kalender an. Im astronomischen Jahrbuche des Herrn **Bode** findet man in der dritten Columne der ersten Seite unter der Aufschrift: mittlere Zeit im wahren Mittage, diese Angabe bis auf Zehntel der Sekunde für alle Tage des Jahres.

Die Stadtuhren, Zimmer- und Taschenuhren, welche sich nach der Sonne oder bürgerlichen Zeit richten sollen, müssen täglich entweder nach einer Sonnenuhr, oder nach einer richtigen astronomischen Uhr gestellet werden, da nämlich letztere die mittlere Zeit angibt. Daraus sieht man, daß die Tafel der Zeitgleichung selbst beym Stellen der gemeinen Uhren nothwendig ist.

M. s. **Bode** Erläuterung der Sternkunde §. 184.

Glockenspiel, elektrisches (carillon électrique) ist eine eigene Einrichtung verschiedener unter einander verbundener Metallglocken, an welche Klöppel durch die elektrische Anziehung anschlagen. Am einfachsten wird diese Einrich-

tung so gemacht: an dem messingenen Gehenke (fig. 87.) b, welches an den Conduktor der Elektrisirmaschine angehängt werden kann, befinden sich die zwey, an messingenen Kettchen hängenden Glocken c und e; eine dritte Glocke d aber mit den beyden zwischen den drey Glocken befindlichen Klöppeln hängen an seidenen Fäden. Aus der Höhlung der Glocke d geht eine messingene Kette hervor, welche auf den Tisch fällt, und eine seidene Schnur f an ihrem Ende hat. Wird alsdann der Conduktor durch die Elektrisirmaschine elektrisiret, so wird das Glockenspiel so lange läuten, als es elektrisiret bleibt.

Die zwey Glocken c und e, welche an messingenen Ketten hängen, werden zuerst elektrisiret, ziehen daher die Klöppel an, theilen ihnen einige Elektricität mit, und stoßen sie an die unelektrisirten Glocken d zurück, an welche sie ihre Elektricität wieder abgeben, und nun von neuem an die Glocken c und e zurückgehen, von welchen sie wiederum neue Elektricität erhalten u. s. w. Wenn man mit der seidenen Schnur f die Kette der mittleren Glocke d vom Tische aufhebet, so werden die Glocken zwar noch einige Zeit läuten, aber bald still stehen, weil nun die Glocke d isoliret ist, und daher bald eben so stark als jede der beyden andern Glocken elektrisiret wird, daß also die Klöppel ihre von den Glocken c und e erhaltene Elektricität nicht an sie abgeben können, und folglich still stehen müssen.

Es kann diese Einrichtung auf mancherley Art geändert werden. So kann man z. B. eine ganze Reihe von Glocken anordnen, dieselben in Form eines Kreises stellen u. s. f. Verschiedene dergleichen Abänderungen beschreibet **Adams** *).

M. s. **Cavallo** vollständige Abhandlung der Lehre der Elektricität. Leipzig 1797. 8. B. I. S. 282.

Glühen (candere, excandescere, rougir) heißt eine so starke Erhitzung eines Körpers, daß er leuchtet. Hierbey wird nun der Körper entweder wirklich zersetzt, oder er geht in den vorigen Zustand zurück, wenn die zum Glühen nöthige Wärme ihm wieder entzogen wird. Im erstern Falle ist das

*) Versuch über die Elektricität. Leipz. 1785. gr. 8. 24. Vers. S. 36.

Glühen eine wahre Verbrennung, wie z. B. beym Glühen der Kohlen, des Eisens u. s. f. Hierbey läßt sich auch allemahl eine sichtbare Flamme durchs Anblasen und andere Mittel zu Wege bringen. M. s. **Flamme.** Im zweyten Falle hingegen ist das Glühen nur mitgetheilet. Wenn ein solcher glühender Körper aus dem Feuer entfernet wird, so höret sein Glühen nicht sogleich auf; er behält vielmehr die leuchtende Hitze eine merkliche Zeit fort, und zwar mit veränderter Art des ausströmenden Lichtes, wie man dieß am deutlichsten erkennen kann, wenn man das Leuchten an einem dunkeln Orte beobachtet. Beym allmäligen Erkalten gehet er vom Weißglühen bis zum dunkeln Rothglühen alle mögliche Lichtfarben hindurch. Aus dieser Erfahrung erhellet hinlänglich, daß die Wärmematerie die Materie des Körpers afficire, und daß sie nicht nach der gewöhnlichen atomistischen Vorstellung bloß in die Poren eindringe, und durch selbige hindurchgehe; denn sonst müßte das Glühen des Körpers nach Entfernung desselben von dem Feuer sogleich aufhören. Wahrscheinlich ist die Wärmematerie mit der Materie des Körpers nicht chemisch, sondern nur mechanisch verbunden.

Zum Glühen der Körper ist ein gewisser Grad der Hitze erforderlich, welcher bey manchen Körpern größer, bey andern aber geringer ist, als der zum Schmelzen derselben. So schmelzen z. B. Zinn und Bley, ehe sie glühen, Eisen hingegen glühet, ehe es schmelzet. Das Rothglühen erfordert keine so große Hitze, als das Weißglühen, bey welchem letztern alle Farben in Bewegung gesetzet werden. Der Grad der Hitze, welcher zum Glühen verbrennlicher Körper erforderlich ist, scheint nach neuern Versuchen der 650ste nach Fahrenheit zu seyn. Wenigstens hat Herr **de Lüc** seinen Entzündungspunkt hierher gesetzet, und **Kraft** hat lange vorher schon bemerkt, daß bey diesem Grade das vorher glühende Eisen im Dunkeln zu leuchten aufhöre.

Gold (aurum, or) ist ein edles Metall, von Farbe gelb, weich, außerordentlich dehnbar, besitzet wenig Elasticität,

cität, gibt keinen Klang, hat keinen Geruch; und keinen Geschmack. Die Alchymisten nannten es die **Sonne** oder den **König** der Metalle, und bezeichneten es daher auch mit ☉. Nach der reinen Platina ist das Gold das dichteste unter allen bekannten Materien, und das specifische Gewicht des reinsten Goldes ist im Verhältniß mit dem Wasser = 19,649. Seine Festigkeit ist sehr groß, wird aber doch von einigen Metallen übertreffen. Nach Versuchen, welche **Musschenbroek** anstellte, konnte eine Goldstange von $\frac{1}{10}$ rheinland. Zoll Dicke 500 Pfund tragen; und nach **Sickings** Versuchen zerriß ein Goldfaden von $\frac{3}{10}$ Linien Dicke und 2 Fuß Länge von 16 Pfund, 9 Unzen, 4 Quentchen, und 60 Gran französ. medic. Gewicht, und nach sieben andern Versuchen von 16 Pfund, 6 Unzen, 43$\frac{3}{7}$ Gran. Die Dehnbarkeit des Goldes übertrifft die aller andern bekannten Metalle, und ist erstaunlich groß, worüber vorzüglich der Herr von Reaumür vielfältige Versuche angestellet hat. M. s. den Artikel **Dehnbarkeit**. Das Wasser und die Luft haben gar keine Wirkung auf das Gold, und es verlieret in der Luft seinen Glanz nie und rostet nicht. Zwar können es fremdartige Dinge in der Luft unscheinbar machen, es ist dieß aber bloß Schmutz und kein Rost.

In dem gewöhnlichsten auch stärksten Kohlenfeuer ist das Gold beständig; zum Schmelzen erfordert es die anfangende Weißglühehitze, welche man auf 1300 Grad nach Fahrenheit schätzt, und fließt dann mit einer schönen meergrünen Farbe auf der Oberfläche. Hierbey steigt nichts vom Rauch aus ihm auf, wie die Versuche von **Kunkel, Robert, Boyle** und **Gasso Claväus** beweisen, welche das Gold Monathe hindurch in einem Flusse im Glasofen erhielten, ohne daß das Gold in der Hitze am Gewichte oder in den übrigen Eigenschaften verändert worden wäre. Gleichwohl aber kann doch das Gold in der Hitze sehr großer Brennspiegel oder Brenngläser verflüchtiget werden. **Homberg**

berg [α]) hatte schon diese Verflüchtigung des Goldes in dem Brennpunkte des großen tschirnhausischen Brennglases wahrgenommen, und behauptete zugleich, das Gold in ein violettes Glas verwandelt zu haben. In den neuern Zeiten stellte **Macquer** [β]) diese Versuche mit eben dem Brennglase wieder an, und fand, daß aus dem im Brennpunkte liegenden Golde ein Rauch aufstieg, welcher eine darüber gehaltene Silberplatte augenblicklich vergoldete; daß die fließende Goldkugel in eine heftige Rotationsbewegung kam, und daß sich auf der Oberfläche eine matte Haut zeigte, welche endlich in der Mitte eine violette Verglasung ansetzte. Die Unterlage war Porzellanerde. Doch glaubt **Macquer**, daß man aus diesen Versuchen noch nicht mit Gewißheit auf die Verglasbarkeit des Goldes schließen könne, weil sie in seinen Versuchen von fremdartigen Theilen habe herrühren können. Auch bey dem Schmelzen des Goldes vor dem Löthrohre mit dephlogistisirter Luft bemerkte Herr **Ehrmann** [γ]) die Verflüchtigung des Goldes.

Bey dem ganz langsamen Erkalten des geschmolzenen Goldes und Gestehen ist es fähig, eine krystallinische Fügung anzunehmen, und zwar in kurzen vierseitigen Pyramiden.

Unter den mineralischen Säuren löset die concentrirte Salpetersäure durch anhaltende Hitze das Gold, wiewohl nur sehr schwach, auf, wie **Brandt** [δ]) erwiesen hat. **Tillet** [ε]) glaubt, daß diese Säure nur mechanisch auf das Gold wirke;

α) Observations faites par le moyen du verre ardent p. M. *Homberg*; in mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1702. S. 147. übers. in Crells chemisch. Archiv. B. II. S. 267.
β) Chymisches Wörterbuch Th. I. S. 466 f. 490 f. Th. II. S. 712 f.
γ) Schmelzkunst §. 54.
δ) Neue Versuche, die Auflösung des Goldes im Scheidewasser betreffend, in den schwed. Abhandl. J. 1748. B. X. S. 46 f.
ε) Ueber die Wirkung der Salpetersäure auf feines Gold, wenn man sie lange damit kochen und beynahe ganz darüber einkochen läßt; aus d. mém. de l'Acad. roy. des scienc. 1780. S. 241 f. übers. in Crells chem. Annal. 1787. B. II. S. 362 f. S. 449 f.

wirke; **Morveau** α) aber hält ihre Wirkung für chemisch. Das eigentliche Auflösungsmittel des Goldes ist das bekannte **Königswasser** oder **Goldscheidewasser** (aqua regis, eau royale). Es bestehet dieses aus Salzsäure und Salpetersäure, und kann sehr leicht durch Auflösung des Salmiaks oder des Kochsalzes in Salpetersäure erhalten werden. Die Auflösung des Goldes darin ist von Farbe schön gelb, und wenn das Gold nicht schmutzig und unrein war, vollkommen klar, sie schmeckt sehr herbe, und färbt Haut, Federn, Elfenbein u. s. dunkel Purpurfarben. Abgeraucht gibt sie in der Kälte schöne goldgelbe, unregelmäßige Krystalle, welche an Farbe fast den Topasen gleichen. Diese Goldkrystalle sind salzsaures Gold (aurum muriaticum, crystalli solares, muriate d'or); sie schmecken herbe und ätzend, und ziehen in der Luft Feuchtigkeit an. In der Hitze zerschmelzen sie, lassen die Salzsäure fahren, und das Gold bleibt als ein gelbes Pulver zurück, welches sich ohne Zusatz wieder zum regulinischen Gold zusammenschmelzen läßt.

Auch wird das Gold durch die dephlogistisirte Salzsäure aufgelöset, und diese ist auch selbst das Menstruum desselben im Königswasser. Die Auflösung geschiehet ohne Aufbrausen, und liefert beym Abdunsten und Erkalten eben die Krystalle als die Auflösung im Königswasser. Herr **Scherer** β) hat entdecket, daß wenn die dephlogistisirte Salzsäure recht concentriret und wasserfrey ist, das hineingebrachte Blattgold sich sogar entzündet.

Nach dem antiphlogistischen Systeme entzieht das Gold der dephlogistisirten Salzsäure einen Antheil Sauerstoff, wird dadurch Goldkalk, und diese wird gemeine Salzsäure, welche den Goldkalk auflöset; ein Antheil dieser Salzsäure entziehet der Salpetersäure wieder Sauerstoff, welche solcher Gestalt als Salpetergas entweicht.

α) Ist das Gold, welches kochende Salpetersäure in sich aufnimmt, wahrhaftig darin aufgelöset? Aus dem nouv. mém. de l'Acad. de Dijon 1784. sem. II. S. 133 f. übers. in Crells chem. Annal. 1789 B. II. S. 535.

β) Grens Journal der Physik B. VIII. S. 375 f.

Das Gold läßt sich in der Auflösung durch sehr viele Mittel, vorzüglich durch Laugensalze, Kalkerden und andere Metalle niederschlagen. Der durchs Ammoniak bewirkte Niederschlag brennt bey einer trockenen Hitze, welche etwas über den Siedpunkt des Wassers geht, von selbst ab, und führet daher den Nahmen des **Knallgoldes** oder des **Plaggoldes** (aurum fulminans, puluis chrysoceraunius). Der Niederschlag des Goldes durch regulinisches Zinn, oder auch durch Auflösung des Zinnes im Königswasser bey einer Verdünnung mit Wasser vermischt, heißt **mineralischer Purpur, Goldpulver des Cassius** (purpura mineralis). Dieser Goldpurpur ist ein Gemisch von unvollkommenem Goldkalke und vollkommenem Zinnkalke. Aus den Erfahrungen, welche **Bergmann** und **Sage** mit dem Knallpulver gemacht haben, erhellet, daß das Knallgold Ammoniak enthält, und daher **ammoniakhaltiger Goldkalk** (calx auri ammoniacalis, oxidum auri ammoniacale, oxide d'or ammoniacal) genannt werden kann. Wahrscheinlich rührt die so erstaunlich knallende Wirkung vorzüglich durch die Zersetzung des Ammoniaks her, indem sich nämlich dessen Wasserstoff mit dem Sauerstoffe des Goldkalkes verbindet, und damit Wasser bildet, wobey also das Gold wieder regulinisch, das Azote des Ammoniaks aber frey wird, und als elastische Flüssigkeit, als Stickgas, entweicht.

Weder der Weingeist, noch die Oele, noch die Aetherarten wirken auf das regulinische Gold. Wenn man aber in einem Glase auf die Auflösung des Goldes in Säuren Aether gießt, und damit schüttelt, so zieht letzterer das Gold sogleich aus der Säure an sich, und begibt sich damit als eine schöne klare gelbe Auflösung auf der nun entfärbten Säure oben auf.

Das Gold geht mit allen Metallen eine Verbindung ein. Zum Ausmünzen und zu andern Arbeiten wird es mit Silber, oder Silber und Kupfer, zu Vergoldungen und zur Gewinnung aus den Erzen mit Quecksilber, zur Reinigung

von fremden Beymischungen mit Bley und Spießglaskönig verbunden. Durch alle diese Vermischungen verliert das Gold von seiner Geschmeidigkeit, und kann vom Silber nicht anders geschieden werden, als durch Hülfe der Säuren oder des Schwefels; von den übrigen Metallen wird es durch Verschlackung derselben mit Bley, Salpeter oder Spießglas gereiniget, wobey das Gold unzerstört zurückbleibt.

Das Gold wird meistentheils gediegen gefunden; indessen trifft man es auch vererzt an. So findet man es mit Silber, Eisen, Bley und Schwefel vererzt, wie das nagyager Erz; auch mit Silber, Wismuth und Schwefel vererzt, wie das Weißgolderz. Gediegen trifft man es in verschiedenen Steinarten an, besonders aber im Quarz und Kiesel, daher auch im Sande vieler Flüsse, als z. B. des Rheins, der Rhone, des Tago, selbst der Saale, aus welchem es, jedoch mit geringem Vortheile gewaschen wird. Insgemein ist es mit etwas Silber oder Kupfer vermischt.

Wie groß der Gebrauch des Goldes im gemeinen Leben sey, ist hinlänglich bekannt.

M. s. **Gren** systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Th. III. Halle 1795. §. 2282 u. f.

Grade (gradus, dégrés) heißen in vielen Fällen diejenigen gleichen Theile, in welche irgend ein Ganzes ist getheilet worden. Vorzüglich aber gebrauchet man den Ausdruck **Grade** bey der Messung der Winkel und Bestimmung der dazu gehörigen Kreisbogen. Nimmt man nämlich den rechten Winkel zum Maße aller übrigen geradlinigen Winkel an, so theilet man des bequemen Gebrauchs wegen den rechten Winkel in 90 gleiche Theile ein, wovon ein jeder Theil ein **Grad** des rechten Winkel genannt wird. Eben so nennt man auch den neunzigsten Theil desjenigen Bogens, welcher mit jedem willkürlichen Halbmesser aus der Spitze des rechten Winkels zwischen seinen Schenkeln beschrieben wird, einen **Grad**. Da nun um einen Punkt nicht mehr als vier rechte Winkel möglich sind, und diese $4 \cdot 90 = 360$ Grade des rechten Winkels betragen, so kann

auch

auch die Peripherie eines Kreises nicht mehr als 360 Grade des Quadranten betragen. Hier sieht man also, daß die Größe eines Winkels durch Hülfe des Kreisbogens, welcher zwischen seinen Schenkeln aus der Spitze desselben mit jedem willkürlichen Halbmesser beschrieben wird, bestimmt werden kann. Denn es muß der Winkel eben so viele Grade von dem rechten Winkel besitzen, als der zwischen den Schenkeln desselben gemachte Kreisbogen Grade vom Quadranten hat. Wenn man sich also bestimmt und nach richtigen Gründen ausdrücken will, so kann man eigentlich nicht sagen, daß der Kreisbogen das Maß des Winkels sey, sondern er ist bloß ein Hülfsmittel, die Größe des Winkels in Graden zu finden, weil nach geometrischen Gründen das Maß mit der auszumessenden Größe jederzeit von einerley Art seyn muß. Den Grad theilet man ferner in 60 gleiche Theile ein, und nennt den 60sten Theil desselben eine **Minute**, die Minute wird abermahls in 60 Theile getheilet, wovon ein jeder Theil eine **Sekunde** heißt u. s. f. Die Bezeichnung der Grade, Minuten, Sekunden u. s. f. sind °, ′, ″, u. f.; so bedeuten 24° 45′ 36″ so viel als 24 Grad, 45 Minuten und 36 Sekunden. Auf diese Eintheilung der Kreisbogen gründen sich alle mathematische und astronomische Instrumente, welche zum Winkelmessen bestimmt sind, als z. B. das Astrolabium, der Quadrant, der Sextant u. s. f.

Eben so werden auch die scheinbaren Kreise an der Himmelskugel, und die Kreise auf unserer Erde in Grade, Minuten, Sekunden u. s. f. eingetheilet, und ihre Bogen, welche die Größen der Winkel am Auge oder im Mittelpunkte der Kugel bestimmen, werden in dergleichen Graden und Theilen daran angegeben. Man theilet den Aequator, die Ecliptik, die Breitenkreise, die Scheitelkreise, den Horizont u. s. f. in Grade ein, wie man in jedem dieser hierhergehörigen Artikel hinlänglich findet.

Wenn unsere Erde eine vollkommene Kugel wäre, so würde auch ein Grad des Mittagskreises der 360ste ihres

ganzen

ganzen Umkreises seyn. Hätte also irgend ein Beobachter einen solchen Bogen von 1° im Mittagskreise durch seine Bewegung beschrieben, so würde nun auch der Winkel im Mittelpunkte der Erde, welchen die beyden Scheitellinie des Beobachters einschließen, so groß als 1° seyn. Weil aber die Erde abgeplattet ist, so kann auch dieß nicht mehr Statt finden, und man nennt einen Grad des Mittagskreises denjenigen Theil des Umkreises, durch welchen man gehen muß, wenn sich die Richtung der Scheitellinie um 1° verändern soll. Diese Grade der Mittagskreise sind um die Pole größer, als um den Aequator. M. s. **Erdkugel**.

Grade der Breite am Himmel sind diejenigen Grade eines Breitenkreises, welche vom Anfange der Ecliptik bis zum Stern, welchem der Breitenkreis zugehöret, gerechnet werden. M. s. **Breite der Gestirne**. Grade der Breite auf der Erde sind Grade des Mittagskreises, welche vom Aequator der Erde an bis zu dem Ort, zu welchem der Mittagskreis gehöret, gezählet werden. M. s. **Breite, geographische**.

Grade der Länge am Himmel heißen diejenigen Grade der Ekliptik, welche vom Frühlingspunkte an bis an den Breitenkreis eines Gestirnes gezählet werden. M. s. **Länge der Gestirne**; Grade der Länge auf der Erde sind Grade des Aequators der Erde, welche vom ersten Meridian an bis zu dem Mittagskreise eines Ortes gerechnet werden. M. s. **Länge, geographische**.

Auch bey physikalischen Werkzeugen, wobey gewisse Abmessungen vorgenommen werden müssen, hat man den Nahmen Grade eingeführet, als z. B. bey den Aräometern, Hygrometern, Thermometern u. s. f. Hierbey müssen aber vor allen Dingen gewisse feste Punkte auf der so genannten Skale bestimmt werden, welche unter ein und den nämlichen Umständen sich immer als gleichbleibende Wirkungen des physischen Werkzeuges zeigen, wie z. B. beym Thermometer die beyden festen Punkte der Siedhitze und des Gefrierens, beym Hygrometer die beyden Punkte der Trockenheit und der größ-

ten Feuchtigkeit u. s. f. Der Abstand dieser beyden festen Punkte wird der **Fundamentalabstand** (interuallum fundamentale) genannt, welcher eben in eine Anzahl gleicher Theile, unter dem Nahmen Grade, getheilt wird. Dabey haben eigene Gründe den Erfindern solcher Werkzeuge die Veranlassung gegeben, die Anzahl der gleichen Theile darnach zu richten. So theilet z. B. **Fahrenheit** beym Thermometer den Fundamentalabstand in 180, **de l'Isle** in 150, **Reaumür** in 80, **Celsius** in 100 Grade ein u. s. f. M. s. **Thermometer, Hygrometer.**

Hierbey nennt man alsdann den **Grad der Wärme** diejenige fühlbare Wärme, bey der das Thermometer den Grad anzeiget; **Grad der Feuchtigkeit** diejenige Neigung der Luft, Feuchtigkeit mitzutheilen, bey welcher das Hygrometer den genannten Grad angibt.

Graphit s. **Reißbley.**

Gravitation (grauitatio, gravitation) heißt die Wirkung von der allgemeinen Anziehung, welche alle Materie auf alle Körper und in allen Entfernungen ausübet. Vermöge der Erfahrung hat man Grund genug, die Gravitation als eine ganz allgemeine Erscheinung in der Natur anzunehmen. So übt der Mond eine Gravitation gegen die Erde, und diese hinwiederum gegen den Mond aus; eben so graviiren die Erde, alle Planeten und Monden derselben gegen die Sonne, und diese gegen alle diese Himmelskörper.

Man hält sonst die Gravitation für einerley mit der Schwere. So allgemein aber auch diese Meinung ist, so glaube ich doch mit einigem Rechte davon abgehen zu können. Ich verstehe nämlich unter dem Worte **Schwere** die Bestrebung in der Richtung der größern Gravitation sich zu bewegen, so sind alle Körper, welche mit der Erde verbunden sind, gegen diese schwer, indem sie dem Zuge derselben in jeder Entfernung davon folgen, aber nicht gegen den Mond oder gegen die Sonne, ob sie gleich eine Gravitation gegen diese ausüben. Daraus halte ich mich also berechtiget zu folgern, daß zwar alle Materie gegen die Erde gravitire, aber nicht

nicht alle gegen dieselbe schwer sey, indem sie nicht alle ein Bestreben hat, nach der Richtung gegen die Erde sich zu bewegen.

Es gibt verschiedene Fälle, bey welchen es scheinet, daß keine gegenseitige Gravitation Statt fände. So ist zwischen den Körpern unserer Erde, auch sogar in keinen großen Entfernungen von einander, kein Anziehen bemerkbar. Allein es ist hier doch gewiß, daß sie gegen einander graviriren, es bleibt nur die Wirkung deßwegen unbemerkbar, weil die Materie aller Körper, welche uns auf der Erde umgeben, in Ansehung unserer Erde, unendlich klein ist. Indessen hat doch auch die Erfahrung gelehret, daß leichte Körper in gebirgigen Gegenden merklich von der Richtung der Schwere abgelenket, und von den Bergen angezogen werden, wie oben mit Mehreren wird erwähnet werden.

Wenn also die Gravitation eine Wirkung ist, so setzt sie eine wirkende Ursache voraus, mithin eine Kraft, welche sie hervorbringt. Allein wo kömmt diese Kraft her? Nach der atomistischen Lehre kann nur von außen her eine Kraft auf die todte Materie wirken, gleichwohl soll aber diese Kraft durch materielle Dinge wirken, also setzen diese wieder äußere Kraft voraus u. s. f., bis ins Unendliche. So sieht man also nach dieser Lehre natürlich, daß es ganz unmöglich ist, von der gegenseitigen Wirkung entfernter Körper irgend einen Grund anzugeben, man ist demnach schlechterdings genöthiget, bey der Erscheinung der Gravitation selbst stehen zu bleiben. Selbst die Erklärungen, welche ein le Sage hiervon zu geben versuchet hat, befriedigen auf keine Weise, wie unter dem Artikel **Grundkräfte** mit Mehreren gezeiget werden soll.

Nach der dynamischen Lehre ist die Wirkung der Gravitation eine Folge der anziehenden Kräfte, welche den Körpern wesentlich zukommen, und womit sie in allen Entfernungen unmittelbar auch durch den leeren Raum wirken. Hiernach liegt also der Grund in der Materie der Körper selbst, und es kömmt nun bloß darauf an, zu zeigen, daß der Materie wirklich anziehende Kraft wesentlich inhärire. Hiervon

kann

kann man den Artikel **Attraktion**, noch mehr aber den Artikel **Grundkräfte** nachsehen.

Die Idee von der Gravitation, oder wie man sie nennt, von der allgemeinen Schwere, findet man schon in den Schulen der alten griechischen Weltweisen. So lehrete **Anaxagoras**, daß die Himmelskörper gegen die Erde gravitirten, welche er als den Mittelpunkt ihrer Bewegung annahm, ihre Kreisbewegungen aber verhinderten, daß sie nicht herabfallen könnten. Aus dem **Lucrez** erhellet, daß die allgemeine Schwere ein Grundsatz des epikurischen Systems gewesen sey. **Lucrez** zieht hieraus sogar die Folge, daß die Welt ohne Grenze sey; denn sobald es eine Grenze derselben gäbe, so würden die daselbst befindlichen Körper gegen keine äußern mehr gravitiren, mithin wegen ihrer Schwere gegen die innern herabgetrieben werden, und schon längst in der Mitte des Ganzen zusammengekommen seyn. Mehrere Stellen, aus welchen der Gedanke der allgemeinen Schwere des Weltkörpers unter einander erhellen soll, hat **Gregory** [α]) gesammelt, wiewohl die meisten sich mehr auf die Meinung von der Mehrheit der Welten beziehen.

Nachdem die Astronomie immer größere Fortschritte machte, und die runde Gestalt der Himmelskörper aus vielfältigen Beobachtungen geschlossen wurde, so gab dieß vorzüglich Veranlassung, die Ursache von der Runde aufzusuchen. Natürlich mußte man darauf verfallen, daß die Materie ein Bestreben hätte, sich zu vereinigen, und daß diese Bestrebung nach einem gemeinschaftlichen Punkt hingerichtet sey. Dieß gab den Begriff von der Schwere. Daher sagt auch **Copernikus** [β]): equidem existimo, grauitatem non aliud esse, quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a diuina prouidentia opificis vniuersorum, vt in vnitatem integritatemque suam esse conferant in formam globi coëuntes. Quam affectionem credibile est etiam soli, lunae, ceterisque errantium fulgori-

α) Element. astron. phys. et geometr. in praefat.
β) De reuolutionibus orb. coelest. lib. I. cap. 9.

fulgoribus ineſſe, vt eius efficacia in ea, qua ſe repraeſentant, rotunditate permaneant. Selbſt **Tycho** mußte der Sonne eine Centralkraft beylegen, welche die Planeten in ihren Bahnen erhielte, wiewohl ſich dieſes mit ſeinem Syſteme auf keine Weiſe vereinbaren läßt. Der ſcharfſinnige **Kepler** gieng hierin ſchon viel weiter, als alle ſeine Vorgänger. Er bewies, daß die Sonne alle Planeten anziehe, und von denſelben angezogen würde; daß vornehmlich der Mond vermöge der Anziehung der Erde, und der ihm mitgetheilten Bewegung ſeinen monathlichen Umlauf um dieſelbe vollführe, daß zugleich die Wirkung der Sonne auf den Mond deſſen Lauf ungleich mache, daß die Ebbe und Fluth von der anziehenden Kraft des Mondes herrühre u. ſ. f. In der Vorrede ſeines Buches über die Geſtalt der Planetenbahnen *) ſagt er: quod grauitas eſt affectio corporea mutua inter cognata corpora ad vnitionem ſeu coniunctionem. Duo corpora non impedita coirent loco intermedio, quodlibet accidens ad alterum tanto intervallo, quanta eſt alterius moles in comparatione; adeoque ſi luna et terra non retinerentur, quaelibet in ſuo circuitu, terra aſcenderet ad lunam quinquageſima quarta parte interualli; luna deſcenderet ad terram 53 circiter partibus interualli ibique iungerentur. Quod luna prolectat aquas terreſtres, vnde fit fluxus, vbi ſicut altiſſimi aluei Oceani, aquisque ſpatioſa reciprocandi libertas. Et ſi terra ceſſaret attrahere ad ſe aquas ſuas, aquae marinae eleuarentur et in corpus lunae influerent. Es iſt in der That zu verwundern, daß bey ſolchen Aeußerungen über die allgemeine Schwere **Kepler** neun Jahre darauf eine ſo ſchlechte und hiervon ganz abweichende Aſtronomie vortragen konnte β), nach welcher die Sonne den Planeten nur alsdann anziehet, wenn er ihr die

*) Aſtronomia noua αἰτιολογητὸς tradita commentatus de motibus ſtellae martis. Prag. 1609. fol.

β) Epitome aſtron. copernic. Lentiis ad Danub. 1618. 8.

die freundschaftliche Seite zukehret, außerdem aber abstößt. Dieser vortreffliche Astronom gab seiner dichterischen Einbildungskraft zu vielen Raum, und verfehlte dabey den Hauptzweck, dem er wirklich so nahe war, und von welchem seine Regeln die Grundlage ausmachen.

Die Meinung von der wechselseitigen Anziehung entfernter Körper fand immer mehr Liebhaber und Vertheidiger. So gedenket **Fermat** in seinen Schriften nicht allein der Erklärung der Schwere durch ein gegenseitiges Anziehen, wobey sich ein Körper dem andern zu nähern suchet, sondern er entdeckte auch den Satz, daß ein Theilchen zwischen der Oberfläche und dem Mittelpunkte der Kugel weniger schwer sey, weil es von den äußern Theilen rückwärts angezogen werde, woraus er schloß, daß die Schwere in dieser Rücksicht, wie der Abstand vom Mittelpunkte, abnehme. Unter dem Nahmen Aristarch von Samos gab auch **Roberval** eine Schrift heraus, worin er den Theilen der Materie eine gegenseitige Schwere, als eine wesentliche Eigenschaft, beyleget, welche verursache, daß sie sich zu runden Massen bilden.

Weit allgemeiner und vollkommener wurde schon die Lehre von der Gravitation von **Borelli** in Florenz und **D. Hook** in England übersehen. **Borelli** sagt, daß wir die Bewegungen der Himmelskörper erklären könnten, supponentes id, quod scilicet planetae quendam habeant appetitum se vniendi cum mundano globo, quem circumeunt, quodque reuera contendant omni conatu ipsi appropinquare, planetae videlicet soli, medicea vero sidera Ioui. Certum est insuper, quod motus circularis mobili impetum tribuit se remouendi a centro eiusmodi reuolutionibus etc. In dieser Stelle findet man offenbar die beyden Centralkräfte, Gravitation und Schwung, mithin die wahre Ursache der himmlischen Bewegungen richtig angegeben, von welchen auch **Borelli** nachher noch weiter handelt *). **D. Hook** sahe ebenfalls ein,

daß

*) Theoricae mediceorum planetarum ex causis physicis deductae Florent. 1666. p. 47.

daß die Bewegungen der himmlischen Körper das Resultat einer Wurfskraft, verbunden mit der Anziehungskraft sind. Nur konnte er das Gesetz, nach welchem die Gravitation wirke, nicht entdecken, so sehr er auch durch versprochene Belohnungen dazu aufgefordert wurde [a]). Diese wichtige Entdeckung war vielmehr dem **Newton** vorbehalten. Die Geschichte hiervon erzählet sein Zeitgenosse und Freund **Pemberton** [b]) auf folgende Art: Im Jahr 1666 richtete **Newton** bey seinem Aufenthalte auf dem Lande, nachdem er sich wegen der Pest von Cambridge hatte wegbegeben müssen, sein Nachdenken zum erstenmahle auf das Weltsystem. Der Fall der Körper, welcher auf dem Gipfel der höchsten Berge gar nicht merklich verschieden von dem an der Erdoberfläche war, brachte ihn auf die Vermuthung, daß die Schwere sich bis zum Mond erstrecke, und dadurch, daß sie sich mit der Wurfsbewegung dieses Trabanten verbinde, ihn in seiner Bahn um die Erde herumführe. Um aber diese Vermuthung zur Gewißheit zu bringen, mußte er vor allen Dingen das Gesetz der Abnahme der Schwere kennen. **Newton** dachte ferner nach, wenn die Schwere gegen die Erde den Mond in seiner Bahn erhält, daß die Planeten durch ihre Schwere gegen die Sonne auf gleiche Art in ihren Bahnen erhalten werden müssen. Aus dem Verhältnisse zwischen den Quadraten der Umlaufszeiten der Planeten und den Würfeln der großen Axe ihrer Bahnen folgt aber, daß ihre Centrifugalkraft, und folglich auch ihr Bestreben, sich gegen die Sonne zu bewegen, in dem Verhältnisse des Quadrats ihrer Entfernungen von diesem Gestirne abnimmt. Dieß Gesetz der Abnahme der Schwere trug nun **Newton** auf die Erde über. Er gieng von den Erfahrungen über den Fall der Körper aus, und bestimmte die Höhe, von welcher der Mond sich selbst überlassen in einem kurzen Zeitraume gegen die Erde fallen würde. Weil nämlich der Mond im mittleren Abstande

 von

[a]) An attempt to prove the motion of the Earth. Lond. 1674. 4. p. 27.

[b]) A view of Sir *Isaac Newton's* Philosophy. Lond. 1782. 4. pref.

von der Erde ungefähr 60 Erdhalbmesser von der Erde entfernet ist, so wird die Schwere im Monde 60.60 = 3600 Mahl geringer als auf der Erde seyn. Auf unserer Erde fällt ein Körper in der ersten Zeitsekunde etwa um $15\frac{1}{2}$ Fuß, mithin würde der Mond in jeder Minute gegen die Erde um $15\frac{1}{2}$ Fuß fallen, weil sein Fall um 3600 Mahl geringer ist, als der auf der Erdoberfläche.

Die Höhe, um welche der Mond sich frey überlassen in einer Minute gegen die Erde herabgehen würde, macht bey seiner Centralbewegung den Quersinus des Bogens aus, welchen er während einer Minute beschreibet, und welcher 32″ 56‴ der ganzen Bahn beträgt. Den Quersinus dieses Bogens berechnete nun **Newton** für einen Kreis von 60 Erdhalbmessern. Er mußte folglich, um das Gesetz der dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportionirten Schwere mit der Beobachtung zu vergleichen, die Größe dieses Halbmessers kennen. Da aber **Newton** nach der damahligen gemeinen Art den Grad des Mittagskreises 60 englische Meilen, mithin den Erdhalbmesser 3430 Meilen annahm, so fand er den gedachten Quersinus nur $13\frac{1}{4}$ Fuß, statt daß er ihn $15\frac{1}{2}$ Fuß hätte finden sollen. Er vermuthete, es möchten sich unbekannte Kräfte mit der Schwere des Mondes verbinden, und gab daher seine ersten schönen Gedanken ganz auf.

Erst zehn Jahre nachher ward er durch einen Brief des **D. Hook** veranlaßt, die Natur der von geworfenen Körpern um den Mittelpunkt der Erde beschriebenen Curve zu untersuchen, wobey ihm seine ehemahligen Berechnungen über die Schwere des Mondes wieder einfielen. Indessen hatte **Picard** in Frankreich seine Gradmessung geendiget, nach welcher der Grad 57060 Toisen, d. i. nicht 60, sondern $69\frac{1}{2}$ englische Meilen hielt; dieß gab also den Erdhalbmesser weit größer, und für den Quersinus des Bogens von 32″ 56‴ in einem Kreise von 60 Erdhalbmessern genau die $15\frac{1}{2}$ Fuß, um welche der Mond während einer Minute Zeit sich der Erde nähern müßte. Hierdurch wurde also bewiesen, daß der Mond bloß durch die Kraft der Schwere, vorausgesetzet,

daß

daß sie dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportioniret sey, in seiner Bahn erhalten würde.

Hierauf suchte nun **Newton**, durch Hülfe der höhern Geometrie, was für eine krumme Linie ein geworfener Körper beschreibe, wenn er stets nach einerley Punkt gezogen wird, und sich diese Kraft verkehrt wie das Quadrat des Abstandes von diesem Punkte verhalte. Anfänglich fand er, daß bey jedem Gesetze der Kraft die vom Radiusvektor beschriebenen Flächenräume den Zeiten proportional seyn müßten; und alsdann, daß die nach diesem Gesetz beschriebene Curve eine Ellipse sey, deren Punkt, nach welchem die Kraft gerichtet ist, ein Brennpunkt derselben sey. Da er nun weiter betrachtete, daß die Planetenbahnen gleichfalls Ellipsen sind, in deren Brennpunkt der Mittelpunkt der Sonne liegt, so sahe er hinlänglich ein, daß seine Auflösung auf die größten Gegenstände der Natur anwendbar war.

Einige Jahre hernach reisete D. **Halley** nach Cambridge, um **Newton** zu besuchen. Dieser berühmte Gelehrte munterte **Newton** auf, diese so wichtigen Entdeckungen vorerst in den Transaktionen bekannt zu machen. Nachher lag ihm aber auch die königliche Societät mit Halley noch mehr an, seine Erfindungen weiter zu entwickeln, und sie mit der Erklärung der himmlischen Bewegungen zu verbinden. Durch diese Bitten wurde endlich von ihm sein unsterbliches Werk ausgearbeitet, und im Jahre 1687 unter dem Titel: philosophiae naturalis principia mathematica Lond. 4. herausgegeben. Anfänglich fand dieses Werk auf dem festen Lande wenig Beyfall, indem man sich im Besitze der richtigen Erklärung von den himmlischen Bewegungen durch die cartesianischen Winkel glaubte.

Newton war auf das Gesetz der Abnahme der Schwere vermittelst des Verhältnisses zwischen den Quadraten der Umlaufszeiten der Planeten und den Würfeln der großen Axen ihrer als kreisförmig angenommenen Bahnen gekommen; er bewies, daß dieß Verhältniß bey den elliptischen Bahnen allgemein Statt finde, und daß es eine gleiche

Schwere der Planeten gegen die Sonne anzeige, wenn man sie in gleiche Entfernungen von ihrem Mittelpunkte setzt. Die nämliche Gleichheit der Schwere gegen die Hauptplaneten hat bey allen Trabantensystemen Statt, und bey den Erdkörpern hat sie **Newton** durch sehr genaue Versuche erwiesen.

Nachher zeigte **Newton**, indem er diese Untersuchungen allgemeiner machte, daß ein geworfener Körper vermöge einer gegen seinen Brennpunkt gerichteten und dem Quadrate der Entfernungen proportionirten Kraft sich in jedem Kegelschnitte bewegen könne; er entwickelte die verschiedenen Eigenschaften der Bewegung in Curven dieser Art; er bestimmte die Bedingungen, welche erfordert werden, um den Schnitt zu einem Kreise, zu einer Ellipse, Parabel und Hyperbel zu machen, welche bloß von der ursprünglichen Lage und Geschwindigkeit der Körper abhangen. Wie diese Geschwindigkeit, diese Lage und die anfängliche Richtung der Bewegung immer beschaffen seyn mögen, so hat **Newton** einen Kegelschnitt angegeben, welchen der Körper beschreiben kann, und in welchem er sich folglich bewegen muß, dieß dient zu einer Antwort auf einen Vorwurf, den ihm **Johann Bernoulli** gemacht hat, daß er nicht bewiesen habe, daß die Kegelschnitte die einzigen Curven seyn, die ein Körper beschreiben könne, der von einer dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportionirten Kraft getrieben werde. Diese Untersuchungen auf die Bewegung der Kometen angewendet zeigte ihm, daß die Gestirne nach dem nämlichen Gesetze wie die Planeten, sich um die Sonne bewegen, mit dem einzigen Unterschiede, daß ihre Ellipsen sehr länglich sind; und er gab auch die Mittel an, die Elemente dieser Ellipsen durch Beobachtungen zu bestimmen.

Da **Newton** erwog, daß die Trabanten um ihre Planeten sich sehr nahe so bewegen, als wenn diese Planeten unbeweglich wären, so erkannte er, daß auch sie der nämlichen Schwere gegen dieß Gestirn folgen. Die Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung ließ ihn nicht daran zweifeln,

feln, daß die Planeten die Sonne anziehen, so wie ihre Trabanten, ja daß auch die Erde von allen Körpern, welche gegen sie fallen, angezogen wird. Diese Eigenschaft dehnte er so fort durch die Analogie auf alle Theile der Himmelskörper aus, und stellte als einen Grundsatz auf, **daß jedes materielle Element alle Körper im geraden Verhältnisse und im umgekehrten des Quadrats seiner Entfernung von denselben anziehe.**

Da **Newton** auf diesen Grundsatz gekommen war, so fand er, daß die großen Erscheinungen des Weltsystems aus selbigem flossen. Nachdem er die Schwere auf der Oberfläche der Himmelskörper als das Resultat der Attraktionen aller ihrer Elemente betrachtete, so gelangte er zu den merkwürdigen Wahrheiten, daß die Anziehungskraft eines Körpers oder einer sphärischen Schichte gegen einen außer ihr befindlichen Punkt die nämliche ist, wie wenn ihre Masse im Mittelpunkte vereiniget wäre; und daß ein in einer sphärischen Schichte oder überhaupt in einer zwischen zwey ähnlichen und ähnlichliegenden elliptischen Flächen eingeschlossenen Schichte befindlicher Punkt von allen Seiten gleich stark angezogen wird.

Es bleibt hier nun noch die Frage zu beantworten übrig, ob der Lauf der Planeten in einem leeren Raume oder durch Materie geschehe? Mit Gewißheit läßt sich diese Frage nicht beantworten. Denn die Möglichkeit oder Unmöglichkeit des innerhalb des Weltganzen angehäuften Leeren, um den Weltkörpern freye Bewegung zu verschaffen, beruhet nicht auf metaphysischen Gründen, sondern bloß auf dem großen Geheimniß der Natur, auf welche Art die Materie ihrer eigenen ausdehnenden Kraft Schranken setze. **Newton** nahm zum Behuf der unverminderten Geschwindigkeit der Planeten einen völlig leeren Himmelsraum an; **Cartesius** hingegen gedachte sich denselben als mit Materie angefüllt, welche von der Sonne bis zu den äußersten Grenzen ihres Gebiets in Wirbeln kreisförmig sich umschwingt, und in deren Strom die Planeten fortschwimmen. Da es nach

der dynamischen Lehrart Materie geben kann, deren Ausdehnung sich bis ins Unendliche erstrecket, so möchte wohl, um der freyen und dauernden Bewegung der Körper willen einen leeren Raum anzunehmen, unnöthig seyn, weil der Widerstand, selbst bey gänzlich erfülltem Raume, alsdann doch so klein, als man will, gedacht werden kann, wenn man gleich den cartesischen Wirbeln weiter keinen Beyfall gibt.

Herr **de la Lande** *) gibt folgende Erscheinungen an, wovon eine jede für sich schon die allgemeine Anziehung beweiset: 1) die Ebbe und Fluth. M. s. **Ebbe und Fluth.** 2) Die Bewegung der Planeten um die Sonne. M. s. **Centralbewegung.** 3) Die Ungleichheiten des Laufs des Mondes. M. s. **Mond.** 4) Die elliptische Gestalt aller um die Sonne gehenden Bahnen. 5) Die Ungleichheiten des Laufs der Kometen. M. s. **Kometen.** 6) Das Vorrücken der Nachtgleiche. 7) Die Nutation oder Schwankung der Erdaxe. 8) Die Perturbation, welche die Planeten in ihrem Laufe durch ihre wechselseitige Einwirkung leiden. M. s. **Planeten.** 9) Die abgeplattete Gestalt der Erde und des Jupiters. M. s. **Erdkugel.** 10) Die anziehende Kraft der Berge gegen die Pendel. 11) Die Abnahme der Schiefe der Ekliptik. 12) Eine kleine Veränderung der Breite der Fixsterne wegen der Gravitation der Erde gegen den Jupiter. 13) Die Bewegungen der Apsidenlinien der elliptischen Bahnen des Mondes und aller Planeten. 14) Die Fortrückung der Knoten bey den Planeten und deren Zurückweichung beym Monde. 15) Die Ungleichheiten des Laufs der Jupiterstrabanten. Alle diese Phänomene sind in der That nothwendige Folgen, welche aus dem Gesetze der Gravitation fließen, und wovon die mehresten nach der Theorie der Wirbel gar nicht erkläret werden können.

Das allgemeine Gesetz der Gravitation ist dieses: **die Gravitation des Körpers A gegen B ist im geraden Verhältnisse der Masse B und im verkehrten des Quadrats der Entfernung beyder Körper A und**

*) Astronomisches Handbuch §. 999.

und B. Hat z. B. der Körper A 4 Mahl mehr Masse als der Körper B, und ist vom Körper C noch einmahl so weit entfernet, als der Körper C, so wird C $\frac{4}{4}$ oder einmahl stärker gegen A graviriren.

Gegen dieses Gesetz der Gravitation hat **Johann Bernoulli** a) folgenden Einwurf gemacht: die Dichte oder Menge der Strahlen, welche von dem anziehenden Körper ausgehen, und ein Elementartheilchen der Materie ergreifen, muß nach der Masse derselben, nicht nach der Oberfläche geschätzet werden; daraus folgt, daß die anziehende Kraft abnehmen müsse wie der Würfel, nicht aber wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, woraus sich leicht folgern läßt, daß die ganzen Massen der Planeten nach eben diesem Gesetze gegen die Sonne gravitiren müssen. Allein dieser Einwurf beruht auf der ganz falschen Vorstellung, daß die Gravitation Wirkung eines Ausflusses sey, welcher sich in Gestalt von Strahlen um einen Mittelpunkt verbreitet. Und überhaupt hat **Newton** bey der Voraussetzung, daß sich die Gravitation gerade wie die Masse verhält, ganz allgemein bewiesen, daß ein jeder Körper sich in einem Kegelschnitte bewegen müsse, wenn sich die Gravitation umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält.

Was nun die newtonische Theorie selbst betrifft, so besteht sie im Wesentlichsten in folgenden: wenn man annimmt, daß alle Theile einer Materie einander anziehen, so muß auch jeder Körper gegen alle Theile eines andern Körpers gravitiren, und folglich sich gegen diesen mit einer Kraft und Richtung wenigstens zu bewegen streben, welche aus den Kräften und Richtungen aller Theile des andern Körpers zusammengesetzet ist. Von **Newton** wird bewiesen, daß diese Richtung in folgenden beyden Fällen gegen den Schwerpunkt der ganzen Masse des andern Körpers geht: 1) wenn sich die Gravitation wie die Entfernung verhält und 2) wenn sie sich umgekehrt wie das Quadrat der

 Entfer-

a) Nouvelle physique céleste §. 42.; in opp. Lauf. et Genev. 1742. 4. T. III. p. 299.

Entfernung verhält, der Körper aber kugelförmig ist, und in einerley Abständen vom Mittelpunkte gleiche Dichtigkeit besitzet. Man kann sich in diesen beyden Fällen vorstellen, daß die Masse des Körpers im Schwerpunkte desselben vereiniget ist; setzt man alsdann die Masse des anziehenden Körpers = M, und den Abstand des einen vom Schwerpunkte jenes Körpers = D, so kann man die Gravitation im andern Falle durch $\frac{M}{D^2}$ ausdrucken.

Wenn sich hingegen der angezogene Körper innerhalb der anziehenden Kugel befindet, so wird er im Verhältnisse seiner Entfernung vom Mittelpunkte angezogen, und die Schwere wird in eben dem Verhältnisse geringer, in welchem er dem Mittelpunkte näher kömmt. In diesen beyden Fällen graviтiren zwey Kugeln so gegen einander, als ob ihre Massen im Schwerpunkte derselben vereiniget wären.

Nimmt man nun an, daß die Planeten bloß der Wirkung der Sonne unterworfen wären, so lassen sich aus dem angeführten Gesetze die elliptischen Bewegungen der Planeten so herleiten, wie unter dem Artikel **Centralbewegung** ist gezeiget worden (Th. I. S. 516 u. f.). Weil aber auch die Sonne von den Planeten angezogen wird, so kann man unmöglich die Sonne als ganz unbeweglich betrachten. Wenn um selbige ein einziger Planet herum liefe, so werden auch beyde um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt ähnliche Ellipsen beschreiben; hingegen wird die Auflösung schon verwickelter, wenn man annimmt, daß noch ein anderer Planet sich um die Sonne bewegt, und sie macht einen Fall der berühmten Aufgabe von drey Körpern aus. Auf diese Weise sieht man ein, daß in dem Sonnensystem die Planeten nicht um den Mittelpunkt der Sonne, sondern um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt aller dazu gehörigen Himmelskörper sich bewegen, welcher der einzige unbewegliche Punkt des Systems ist. Selbst die Sonne bewegt sich um diesen Punkt, aber ihre erstaunend große Masse verursachet, daß der gemeinschaftliche Schwerpunkt dem Mittelpunkte der

Sonne so nahe liegt, daß ihre Bewegung um selbigen ganz unmerklich wird. Indessen leidet dadurch das Gesetz des gleichen Verhältnisses der Flächenräume und der Zeiten eine kleine Aenderung, wodurch die Bewegung der Apsiden und der Knotenlinien verursachet wird.

Auch bey dem Laufe der Monden um ihre Hauptplaneten werden von der Schwere gegen die Sonne große Abweichungen bewirket. Diese machen den zweyten Fall der Aufgabe von dreyen Körpern aus. So läuft z. B. nicht die Erde, sondern der gemeinschaftliche Schwerpunkt derselben und des Mondes in einer elliptischen Bahn um die Sonne, da indessen der Mond und die Erde um denselben monatliche Umläufe machen. Hierauf muß man nun nothwendig bey der Bestimmung des wahren Ortes der Erde in den astronomischen Rechnungen sehen; denn weil dieser Schwerpunkt um $\frac{1}{2}$ Erdhalbmesser von dem Mittelpunkte der Erde entfernet ist, so kann in den Quadraturen des Mondes die Erde schon um so viel vorausgegangen oder zurückgeblieben seyn, und der Ort der Sonne sich um $\frac{1}{2}$ Sonnenparallaxen, d. i. um 12′ ändern.

Newton blieb hierbey nicht stehen, sondern machte von seinen vortrefflichen Entdeckungen noch weitere sehr sinnreiche Anwendungen zur Bestimmung der Massen, Dichtigkeit derselben, und der beschleunigenden Kraft der Schwere auf der Oberfläche der Planeten. Bey der wirklichen Anziehung kugelförmiger Körper gegen einander kann man sich vorstellen, daß die Masse derselben im Mittelpunkte vereiniget sey. Hieraus folgt, daß man aus der Stärke der Gravitation auf die Masse des anziehenden Körpers schließen könne. Es verhält sich aber die Stärke der Gravitation wie der Weg, welchen der Körper in einer bestimmten Entfernung, welche β bedeuten mag, in der ersten Sekunde vermöge der Anziehung durchlaufen muß. Setzt man nun die Umlaufszeit $= T$, die große Axe der Bahn $= a$, den Abstand am Ende der großen Axe $= \alpha$, und den Weg, welchen der Körper in einer Sekunde Zeit vermöge der Anziehung durchlaufen müßte,

müßte, $= \delta$, so hat man nach dem, was unter dem Artikel **Centralbewegung** (Th. I. S. 522.) bewiesen ist,

$$T = \frac{\pi a \sqrt{a}}{2 \alpha \sqrt{\delta}}, \text{ mithin } \delta = \frac{\pi^2 a^3}{4 \alpha^2 T^2}.$$

Weil sich nun die Wege umgekehrt, wie die Quadrate der Entfernungen oder wie $\beta^2 : \alpha^2$ verhalten müssen, so findet man den Weg, welchen der Körper für die Entfernung β vermöge der Anziehung in einer Sekunde durchlaufen müsse,

$$= \frac{\delta \alpha^2}{\beta^2} = \frac{\pi^2}{4\beta^2} \frac{a^3}{T^2}.$$

Da aber π und β beständige Größen sind, so wird sich dieser durch die Anziehung bewirkte Weg, mithin die Gravitation und die Masse des anziehenden Körpers wie $\frac{a^3}{T^2}$ verhalten, d. h., **die Massen verhalten sich wie die Würfel der großen Axen von den Bahnen dividiret durch die Quadratzahlen der Umlaufszeiten.**

Exemp. Die Axe der Erdbahn ist etwa 400 Mahl größer als die der Mondsbahn, und die Umlaufszeit der Erde ungefähr 13 Mahl größer als die des Mondes; hieraus folget, daß die Masse der Sonne etwa $\frac{400^3}{13^2}$ Mahl, d. i. 378000 Mahl größer als die der Erde ist. Aus andern Datis gibt **Newton** die Zahl 169282; **de la Lande** 365412, und **la Place** 329809 an. Eben so bestimmt Newton aus den Axen und Umlaufszeiten der Jupiters- und Saturnusmonden die Massen der Hauptplaneten auf $\frac{1}{1067}$ und $\frac{1}{3021}$ von der Sonnenmasse.

Die Dichtigkeiten der Körper verhalten sich wie die Massen, dividiret durch die Volumina, und wenn die Körper beynahe kugelförmig sind, so verhalten sich ihre Volumina wie die Würfel ihrer Halb- oder Durchmesser; mithin verhalten sich alsdann die Dichtigkeiten wie die Massen dividiret durch die Würfel ihrer Halb- oder Durchmesser. M. s. **Dichte.** So findet **Newton** die Dichtigkeiten für Sonne, Jupiter,

Saturn

Saturn und Erde wie 100, $94\frac{1}{2}$, 67 und 400. Wenn die Masse und der Durchmesser eines Planeten bekannt ist, so ist es leicht, die Kraft der Schwere oder die Geschwindigkeit, mit welcher die Körper auf der Oberfläche des Planeten fallen, zu finden, indem diese Kraft im Verhältnisse der Masse dividiret durch das Quadrat des Halbmessers stehet. So findet **Newton** die Schwere auf den Oberflächen der Sonne, des Jupiters, Saturnus und der Erde wie 10000, 943, 529 und 435, daß folglich ein Körper auf der Oberfläche der Sonne 23 Mahl schwerer sey, und in der ersten Zeitsekunde 23 Mahl weiter fallen würde, als auf der Erdfläche. Was die übrigen Planeten betrifft, so vermuthet **Newton**, daß sie nach dem Verhältnisse ihrer Erwärmung desto dichter sind, je näher sie der Sonne liegen, und sieht z. B. den Merkur als einen solchen Körper an, welcher sieben Mahl dichter als die Erde ist. Die Schwere gegen den Mond bestimmt er aus den Erscheinungen der Ebbe und Fluth, und findet die Masse des Mondes 40 Mahl kleiner als die der Erde, seine Dichtigkeit hingegen zu der Dichtigkeit der Erde wie 11 : 9. Genauere Resultate von den hier nur als Beyspiele angegebenen Fällen, werden unter dem Artikel **Weltsystem** angegeben werden.

Von dieser Theorie, welche **Newton** so schön entwickelt hat, hängen alle himmlische Erscheinungen bis auf ihre kleinsten Umstände ab; daß es unter ihren Ungleichheiten keine einzige gibt, welche nicht mit einer bewundernswürdigen Genauigkeit daraus herflösse. Man hat also so wenig Ursache zu fürchten, neue Beobachtungen möchten diese Theorie umstoßen, daß man vielmehr versichert seyn kann, daß sie selbige immer mehr und mehr bestätigen werden, und man muß die Folgen daraus eben so zuverlässig halten, als ob sie unmittelbar wären beobachtet worden.

Auch ist in den neuern Zeiten diese Theorie mit keinen erheblichen Gründen weiter bestritten worden. Nur einige Franzosen hatten sich die Mühe gegeben, durch betrügerische Versuche mit dem Pendel in der Höhe der Gebirge darzuthun,

daß die Schwere in der Höhe größer als am Fuße der Berge sey. Es erschien nämlich im Monath Junius des Jahres 1769 im journal de beaux arts et de sciences ein Brief aus Faucigny, in welchem ein gewisser **Coultaud**, der sich ancien professeur de physique à Turin unterzeichnet hatte, versichert, durch wiederhohlte Versuche in den dasigen Gebirgen gefunden zu haben, daß das Pendel in einer Höhe von 1085 Toisen dem am tiefern Standorte binnen 2 Monathen um 27 Minuten 20 Sekunden vorgeeilet sey, welches folglich in der Höhe eine größere Schwere, als in niedrigern Gegenden anzeigte. Aus diesem Versuche, welchen er das Grab der Attraktion und ihrer Gesetze nannte, berechnete er, daß die Schwere im Verhältnisse der Entfernung von der Erde zunehmen müsse, worauf der P. **Bertier** ein eigenes der newtonischen Theorie entgegengesetztes System aufstellte. Im Dec. 1771 folgte ein zweyter Brief von einem gewissen **Mercier** in Sitten, an Herrn **Gesner** in Zürich, welcher eben dieß durch neue Versuche bestätigte. **D'Alembert** bewies hieraus schon, daß es in Gebirgen gewisse Stellen geben könne, an welchen das Pendel, selbst nach **Newton's** Theorie, in der Höhe schneller als unten schwingen müsse. Bey genauerer Untersuchung fand sich aber, daß das ganze Vorgeben nichts weiter als ein Betrug sey, daß die Versuche nie angestellet worden sind, und sich weder ein Professor **Coultaud** in Turin, noch ein **Mercier** in Sitten befinde. Die Geschichte hiervon wird von **de Lüc**, welcher den Betrug mit entdecken half, umständlich erzählet *), womit man zugleich Herrn **Achard's** Bemerkungen über die von **Bertier** angestellten Versuche u. s. w. vergleichen kann β).

Es ist bereits angeführet worden, daß die Körper auf unserer Erde gegen einander graviriren, nur ist die Wirkung wegen der weit größern Anziehung der Erde unbemerkbar. Indessen gibt es aber auch wirklich Fälle, wo dergleichen Anziehungen merklich werden, wenn nämlich die anziehende Masse

*) Briefe über die Geschichte der Erde. 8. Th. I. 45. Brief.
β) Physisch-chemische Schriften. S. 179.

Masse ein merkliches Verhältniß gegen die Masse des Erdbodens hat. So beobachtete bereits **Bouguer** und **de la Condamine**, daß das am Quadranten hangende Bleyloth aus der lothrechten Richtung von dem Berge Chimboraço in Quito angezogen wurde. Durch mehrere auf der Nord- und Südseite gemessene Höhen der Sterne fanden sie die Abweichung des Bleylothes auf 7″ bis 8″. Die Beobachtungen erweckten ein Verlangen, die Anziehungen mehrerer Berge zu bestimmen. **Nevil Maskelyne**, königlicher Astronom zu Greenwich, legte dieserhalb der königlichen Societät zu London einen Plan vor, welchen er auch im Sommer 1774 ausführte *). Hierzu wählte er vorzüglich den Berg Shehallien in Pertshire, weil er einzeln steht, hoch ist, und sich weit von Osten nach Westen erstrecket, von Norden nach Süden aber steil ist und eine schmale Grundfläche hat. Hierbey kam es nun vorzüglich darauf an, die Entfernung einiger Fixsterne vom Zenith so wohl auf der südlichen als nördlichen Seite des Berges zu messen; denn um wie viel der Berg das Bleyloth von der Vertikallinie bey der Beobachtung auf der Südseite abgezogen hatte, um eben so viel mußte die südliche Entfernung eines Fixsternes vom Zenith zu klein gefunden werden, und umgekehrt. Dabey mußten aber auch geometrische Messungen, welche von der anziehenden Wirkung des Berges frey waren, unternommen werden, um den wahren Unterschied der geographischen Breiten beyder Beobachtungen zu finden. **Maskelyne** stellte auf der Südseite des Berges 169, auf der Nordseite 168 Beobachtungen von 43 Sternen an, von welchen 40 mit einander verglichen für den Unterschied der Scheitelpunkte beyder Oerter 54,6 Sekunden gaben. Den Unterschied der geographischen Breiten fand er durch Hülfe geometrischer Messungen auf 42,94 Sekunden, so daß die beyden entgegengesetzten Anziehungen des Berges diesen Unterschied um 11,66 Sekunden zu groß machten. Diese Abmessungen wurden noch bis 1776 fortgesetzet und berichtiget. Die dazu gehöri-

*) Philosoph. transact. Vol. LXV. for 1775. n. 48. 49.

gehörigen Zeichnungen findet man bey **Hutton** α), welcher zugleich berechnet, daß sich die Anziehung der Erde zur Anziehung des Berges gegen das Bleyloth wie 9 zu 5 verhalte. Bey diesen Beobachtungen hatte man zugleich die Absicht, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu bestimmen. Man fand, daß der Berg aus einem gleichförmigen Granit bestehe, dessen Dichtigkeit $2\frac{1}{2}$ Mahl größer als die des Wassers ist; daraus schloß man, daß die mittlere Dichtigkeit der Erdkugel $4\frac{1}{2}$ Mahl größer als die Dichtigkeit des Wassers ist.

Die vorzüglichsten Schriften, welche die newtonische Lehre von der Gravitation abhandeln, sind diese: die principia von **Newton** selbst erschienen im Jahre 1687 und sind nachher noch verschiedene Mahl aufgeleget worden. Vorzüglich aber sind zur bessern Verständniß derselben die Ausgaben des **Jacquier** und **le Sueur** β), und des **Tessanek** γ) zu empfehlen. Kürzer ist **Newton's** Theorie vorgetragen worden von **Maclaurin** δ) und **Pemberton** ε). Alles aber, was von der Gravitation und ihren Gesetzen bis 1776 ist abgeleitet worden, hat Herr P. **Frisi** ζ) sehr gründlich und vollständig abgehandelt. Auch findet man diese Lehre kurz vorgetragen in den Lehrbüchern der Astronomie, besonders von **Gregory**, **de la Lande**, **la Place** η) u. f. deren physischer Theil sich ganz auf das Gesetz der Gravitation gründet.

Grego-

α) Philosoph. transact. Vol. LXVIII. for 1778. n. 33.

β) Philosoph. natur. princ. mathem. perpetuis commentar. illustrata studio *PP. Thomae le Sueur* et *Franc. Jacquier*. Genev 1739. IV. Tomi 4. verm. 1750. 4.

γ) Philosoph. natur. princ. mathem. commentationibus illustrata potissimum *Io. Tessanek* et quibusdam in locis veterioribus *Th. le Sueur* et *Fr. Jacquier* aliter propositis Tom. I. Pragae 1780. 4.

δ) An account of Sir Isaac Newton's philosophical discoveries. Lond. 1748.

ε) A view of Sir *Newt.* philosophy. Lond. 1728. 4.

ζ) *Paul. Frisi*, Barnabitae, de grauitate vniuersali corporum libri tres. Mediolani 1768. 4 maj

η) Darstellung des Weltsystems durch Pet. Sim. la Place a. d. Franz. von J. K. F. Hauff. Th. II. Frankf. am Mayn 1797. 8. S. 1 u. f.

Gregorianisches Teleskop s. Spiegelteleskop.
Grotten s. Höhlen.
Größe, scheinbare (magnitudo apparens, grandeur apparente) ist die scheinbare Entfernung der äußersten Grenzen eines Objektes von einander. Da bereits unter dem Artikel, **Entfernung, scheinbare,** ist angeführet worden, daß sie in einer doppelten Bedeutung genommen wird, aus welcher selbst verschiedene Mißverständnisse entspringen können, die folglich auch mit dem Worte, **scheinbare Größe,** verknüpft seyn können; so muß ich mich hier auf das beziehen, was daselbst bereits ist gesaget worden. Uebrigens ist hierbey noch zu bemerken, daß von der körperlichen Größe des gesehenen Gegenstandes nie die Rede seyn kann, indem wir nichts weiter als die Fläche sehen, welche nach der Länge und Breite ausgedehnet ist, es mag auch der betrachtete Gegenstand beschaffen seyn wie er will.

Es sey (fig. 87.) die Gesichtsaxe oc auf die Mitte eines erleuchteten Gegenstandes ab gerichtet, die Ebene abo durch diese Axe geleget, und die Punkte a und b die äußersten sichtbaren Punkte in dieser Ebene, so heißt der Winkel aob, unter welchem die Länge oder Breite des sichtbaren Gegenstandes dem Auge in dieser Ebene erscheinet, die **scheinbare Größe** der geraden Linie ab. Es ist folglich die scheinbare Größe der Linie ab nichts weiter, als der optische Winkel, unter welchem die wahre Entfernung der Punkte a und b von einander dem Auge vorgestellet wird. Wenn man nun bey dieser optischen Vorstellung stehen bleibt, ohne darauf zu sehen, was unsere Seele darüber urtheilet, so hat man auch in allen solchen Fällen etwas Bestimmtes, und es mischen sich dabey keine falschen Urtheile, d. i. Gesichtsbetrüge, ein. In dieser Bedeutung des Wortes der scheinbaren Größe müssen wir die Größe der sichtbaren Gegenstände bloß nach der Größe der optischen Winkel abmessen, und sie scheinen uns gleich groß, wenn die Sehewinkel gleich sind, aber ungleich groß, wenn diese ungleich groß sind. Es können daher einerley Objekte in verschiedenen Ent-

fernuhgen gleich groß scheinen, wenn nur die Sehewinkel gleich sind. So wird uns der scheinbare Durchmesser des Mondes und der Sonne am Horizonte eben so groß als im Scheitel erscheinen, und es werden überhaupt keine Unterschiede in Ansehung der scheinbaren Größen anzutreffen seyn, als nur in so fern die optischen Winkel von einander verschieden sind.

Allein von Jugend auf haben wir durch mehrere Uebung eine gewisse Fertigkeit erlanget, über das Gesehene sogleich zu urtheilen, ohne daß wir uns deutlich dessen bewußt sind; daher wissen wir die rein optische Darstellung von dem darüber gefällten Urtheile gar nicht mehr zu unterscheiden, und sobald wie wir die scheinbare Größe eines Dinges wahrnehmen, fällen wir auch sogleich ein Urtheil über dessen wahre Größe. Eben diese Größe, welche wir dem betrachteten Objekte als die wahre beylegen, heißt auch **scheinbare Größe**, aber in einer ganz andern Bedeutung des Wortes, indem es dabey nicht allein auf die Größe des optischen Winkels, sondern zugleich auf andere Umstände ankömmt, welche die Seele bey Beurtheilung des Gesehenen mit zu Hülfe nimmt. In dieser Bedeutung drückt das Wort scheinbare Größe etwas Unbestimmtes aus, welches ganz allein von unserem Urtheile abhängt, das bey dem einen so, bey dem andern ganz anders ausfallen kann. In diesem Verstande bedeutet also scheinbare Größe die Vorstellung einer wahren Größe, welche bloß aus verschiedenen zusammengefaßten Umständen durch das so genannte Augenmaß nach gewissen angewohnten Regeln geschätzet wird. M. s. **Entfernung, scheinbare.** Die vorzüglichsten hierbey zusammen genommenen Umstände sind die aus Erfahrungen erlangte Kenntniß der wahren Größe und die scheinbare Entfernung des Objektes vom Auge. Durch das erstere werden wir besonders bey Beurtheilung der Größen naher Objekte, durch das zweyte aber bey entferntern und himmlischen Körpern geleitet.

In den gewöhnlichen Fällen bey Beurtheilung der Größe naher, irdischer Gegenstände täuschen wir uns gemeiniglich nicht,

nicht, wenn wir ihre wahre Größe schon vorher aus Erfahrung kennen. Denn bey solchen Objekten sind wir schon gewohnt, ihre geringen Entfernungen und ihre Größe richtig und genau zu beurtheilen. So erscheinet uns z. B. eine erwachsene Person in einer Entfernung von 24 Fuß immer größer, als ein Kind in einer Entfernung von einem Fuße, obgleich der optische Winkel von der ersteren viel kleiner als der vom Kinde ist; denn wir kennen schon aus dem Verhältnisse der Theile des Körpers, aus dem ganzen äußern Ansehen oder aus vorhergegangener Bekanntschaft die wahre Größe von beyden; daher urtheilen wir auch über das Gesehene recht, und täuschen uns nicht.

Sind im Gegentheil Gegenstände sehr weit entfernet, oder auch selbst für uns ungewöhnlich, so urtheilen wir nach der scheinbaren Entfernung, welche wir den betrachteten Gegenständen beylegen. Wir schätzen dasjenige für groß, was bey einer weiten Entfernung dennoch unter einem großen optischen Winkel gesehen wird; dasjenige hingegen für klein, was bey einer kleinen Entfernung gleichwohl unter einem geringen Winkel gesehen wird. Eben daher halten wir einen Gegenstand für größer, als einen andern, wenn beyde unter eben demselben Winkel, jener aber entfernter als dieser dem Auge vorkömmt. Hieraus folgt also natürlich, daß wir uns in Ansehung der Größe gesehener Gegenstände irren, wenn wir über ihre Entfernung getäuscht werden, und daß wir über die scheinbare Größe verschiedentlich urtheilen, wenn wir über ihre Entfernung verschiedene Vorstellungen haben. M. s. **Entfernung, scheinbare.** Es kömmt daher bey Bestimmung der scheinbaren Größe auf alle die Umstände an, nach welchen wir das Urtheil über die Entfernung fällen. Diese Umstände können aber gar verschiedentlich seyn, daher wir alsdann auch gar verschiedentlich in Bestimmung der scheinbaren Größe irren können. So scheinen uns Menschen, Thiere, Bäume u. d. g., aus der Höhe oder Tiefe betrachtet, kleiner, und folglich näher zu seyn, als wenn man selbige auf einer Ebene hin siehet. M. s. **Gesichtsbetrüge.** Eben so kömmt

es uns vor, als ob der Mond am Horizonte weit größer wäre, als in einiger Höhe über demselben, weil wir die Entfernung des Himmels am Horizonte weiter, in höhern Stellen aber näher schätzen, obgleich der optische Winkel dieses Himmelskörpers mit astronomischen Werkzeugen gemessen, in beyden Fällen einerley bleibet. Aus eben dem Grunde scheinen uns die Entfernungen der Fixsterne von einander am Horizonte größer als in der Höhe. Will man z. B. einen Ort über dem Horizont nach dem Augenmaße schätzen, der eine Höhe von 45° hat, so setzt man selbigen gewiß zu niedrig, und findet einen Punkt, welcher kaum 23° hat, weil wir die Hälfte des Himmels vom Horizonte entfernter, also auch weit größer schätzen, als die Hälfte gegen das Zenith zu.

Wenn man ein Fernrohr besitzet, welches 60 Mahl vergrößert, also der Fläche nach 3600 Mahl, so ist man in voller Erwartung, die Himmelskörper dadurch in einer erstaunenswürdigen Größe zu sehen; bey wirklicher Betrachtung sieht man sich aber getäuscht, ob man zwar gleich selbige viel größer wahrnimmt als mit bloßen Augen, aber doch bey weitem nicht so groß, als man sich Hoffnung gemacht hatte. Die Erklärung hiervon ist nicht schwer: der optische Winkel oder die scheinbare Größe ist wirklich 60 Mahl vergrößert, aber das Objekt scheint dabey viel näher gekommen zu seyn, mithin vermindert sich dem Urtheile nach die scheinbare Größe in eben dem Verhältnisse.

Es kann also von der scheinbaren Größe nie anders bestimmt geredet werden, als wenn man sie bloß durch den Winkel ausdrücket, unter welchem die äußersten Lichtstrahlen von einem Gegenstande ins Auge fallen. Die Tangente dieses Winkels verhält sich zum ganzen Sinus, wie die wahre Größe zur Entfernung, wenn die Gesichtsaxe senkrecht auf die Linie gerichtet ist, durch welche die wahre Größe gemessen wird. Für kleine Winkel kann man selbst ihre Größen Statt der Tangenten in die Verhältnisse setzen. Wenn alsdann einerley Objekt vom Auge ungleich weit entfernet ist, so verhalten sich die scheinbaren Größen umgekehrt, wie die Entfernungen,

und

und für gleiche Entfernungen die scheinbaren Größen wie die wahren. M. s. Sehewinkel.

Grünspan s. **Kupfer.**

Grundkräfte, inhärirende Kräfte (vires inhaerentes, insitae, innatae, forces inhérentes) heißen diejenigen Kräfte, welche der Materie als Materie wesentlich zukommen, oder das Wesen der Materie selbst ausmachen, mithin als nothwendige Bedingungen ihrer Möglichkeit vor aller Erfahrung vorangehen.

Es ist eine durch vielfältig gemachte Erfahrung allgemein anerkannte Wahrheit, daß die Körper in allen möglichen Entfernungen durch Anziehung auf einander wirken, und dadurch Bewegungen hervorbringen, welche nicht genug bewundert werden können. Man findet aber auch in der Natur ungemein viele Phänomene, wo Zurückstoßung auf keine Weise verkannt werden kann. Es entsteht daher die wichtige Frage, ob es möglich sey, die Anziehung und Zurückstoßung aus physischen Gründen zu erklären, oder ob dieß vielleicht nur Begriffe sind, welche in einer ganz andern Wissenschaft erörtert werden müssen, und welche folglich der Physik gleichsam zur Grundlage dienet? Mit allem Rechte ist es zu behaupten, daß die Physik nichts Fremdes aufnehme, wenn sie im Stande ist, alles aus eigenen Principien bis auf die ersten Grundursachen zu entwickeln. Es wird also vor allen Dingen nöthig seyn, zu zeigen, was und wie viel die mechanisch-atomistische Lehre hierbey vermag. Ich werde mich vorzüglich auf des Herrn le **Sage** System beziehen, welches man aus einigen seiner Abhandlungen, und vorzüglich aus einem Werke des Herrn **Prevost** *) kennt.

Die Grundlage der mechanischen Physik sind Postulate, auf welchen das ganze System errichtet ist. Das erste besteht in einer Menge **erster Körperchen** in einem gewissen Raume vertheilet, welche in Ansehung der Materie gleichartig aber so klein sind, daß sie, wenn sie sich berühren, keinen merklichen

*) De l'origine des forces magnétiques à Génève 1788. übersetzt. Halle 1794. 8.

lichen Unterschied unter einander zeigen. Ein jedes derselben zieht die Körperchen seiner Art weniger, als die der andern Art an. Es denkt sich also der Atomistiker diese Grundkörperchen gleichsam als materielle Punkte, welche durch gar keine, selbst durch keine unendliche Kraft mehr getheilet werden können. Allein hier entsteht eine wichtige Frage, was für ein Grund berechtiget den Atomistiker, erste, oder bey der Theilung letzte, absolut untheilbare Körperchen anzunehmen? Die Mathematik fährt fort, den Raum ins Unendliche zu theilen, und die Philosophie ist keinesweges so beschränkt, daß sie die unendliche Theilbarkeit nicht zugeben könne, vielmehr widerspricht sie der Behauptung von der Unmöglichkeit einer je vollendeten Theilung, ob sie sich gleich nicht anmaßet zu sagen, die Materie als Materie bestehe aus unendlich vielen Theilen. Wenn daher die mechanische Physik Grundkörperchen annimmt, so kann sie den Grund für die Voraussetzung weder aus der Mathematik noch aus der Philosophie nehmen, sondern er muß physisch seyn. Sobald man aber physisch untheilbare Körperchen annimmt, so behauptet man etwas, das kein Gegenstand der Erfahrung mehr ist, mithin hat man auch gar kein Recht mehr, sich auf Erfahrung, d. h. auf einen physischen Grund, nämlich auf die physische Unmöglichkeit der Theilung bis ins Unendliche zu berufen. Es ist folglich die Annahme der ersten Körperchen ganz willkürlich, welches eben so viel ist, als annehmen, es sey möglich, daß man bey der Theilung der Materie auf Körperchen komme, welche weiter zu theilen physisch unmöglich ist. Eine jede physische Unmöglichkeit aber ist bloß relativ, d. h. nur in Rücksicht gewisser Kräfte oder Ursachen in der Natur gültig, wenn man nicht zu verborgenen Qualitäten seine Zuflucht nehmen will. Man behauptet also bey der Voraussetzung der Untheilbarkeit der Materie nichts weiter, als daß es keine Kraft in der Natur gebe, welche die ersten Körperchen weiter zu theilen auf keine Weise vermag. Allein für diese Behauptung läßt sich weiter kein Grund anführen, als der aus der mechanischen Physik selbst hergenommene,

weil

weil nämlich ohne sie das atomistische System nicht bestehen kann. Dadurch behauptet man aber die Unmöglichkeit, sich eine Kraft zu denken, welche die weitere Theilung der Körperchen bewirken könne. Wenn man aber bedenkt, daß jeder Zusammenhang in der Welt Grade hat, und daß man sich keinen Grad von Zusammenhang denken kann, für welchen man sich nicht auch eine Kraft gedenken könnte, welche ihn zu überwältigen vermögend ist, so sieht man die Unrichtigkeit jener Behauptung völlig ein. Ueberhaupt, sobald uns die Erfahrung nicht mehr belehret über das, was möglich oder unmöglich ist, so muß sich der Geist völlig seiner Freyheit überlassen, und sich bloß darum bekümmern, daß seine Freyheit nichts beschränke.

Auch widerspricht die Annahme der ersten Körperchen dem Unternehmen der Atomistiker, die Materie in ihre Elemente wirklich zu zerlegen. Denn sich hierbey auf Erfahrung zu berufen, daß nämlich Materie etwas Zusammengesetztes sey, ist gar kein hinreichender Grund, dieß Unternehmen zu rechtfertigen; denn hiernach könnte nur die Theilung so weit vorgenommen werden, als man in der Erfahrung ein Zusammengesetztes vor sich hat, und dieß widerspricht doch offenbar der Auflösung der Materie in ihre Elemente. Hierbey muß man also auf einen gewissen Punkt kommen, wo man von den Erfahrungen der weitern Theilung völlig verlassen wird, mithin der Geist sich frey fühlet, auch da noch eine Theilung vorzunehmen, wo keine Theile mehr erkennbar sind. Da aber nunmehr der Geist auf keine Weise beschränkt seyn kann, so ist es auch ganz unmöglich, daß in selbigem ein Grund liegen sollte, mit der Theilung irgendwo aufzuhören; mithin müßte der Grund außer ihm liegen, d. h. man müßte in der Erfahrung endlich einmahl auf Elemente kommen, welche der Freyheit im Theilen der Materie schlechthin Grenzen setzte. In einem solchen Falle aber befinden wir uns wieder in der Nothwendigkeit, eine absolute Unmöglichkeit anzunehmen, welche zugleich physisch seyn soll, d. h. eine solche Unmöglichkeit, für welche sich weiter kein Grund angeben läßt, und

die doch in der Natur liegt, wo alles Grund und Ursache haben muß.

Ob es nun gleich aus dem bisher Angeführten der mechanischen Physik ganz unmöglich ist, einen Grund für die Unmöglichkeit der weitern Theilung der Atome anzuführen, so sucht sie doch aus der Annahme der ersten Körperchen die Möglichkeit der bestimmten Materie, oder welches eben dieß ist, der specifischen Verschiedenheit der Materie aus den ersten Körperchen und deren Verhältnisse zum leeren Raume zu erklären. Dabey setzt sie voraus, daß die primitive Materie eine absolute Gleichartigkeit besitze, und daß kein anderer Unterschied derselben Statt finde, als in den verschiedenen Gestalten der Grundkörperchen, welche als ganz unveränderlich betrachtet werden. Es ist also eine Möglichkeit da, auch bey aller ursprünglichen Gleichartigkeit der ersten Körperchen dennoch eine specifische Verschiedenheit der Materie zu beweisen, je nachdem sie aus Körperchen von gleicher oder verschiedener Figur zusammengesetzet sind. Hierzu kömmt nun noch der leere Raum, welcher der Einbildungskraft gar keine Schranken setzet, denselben zwischen den Atomen nach Gefallen groß oder klein einzustreuen, und dadurch die specifischen Dichtigkeiten der verschiedenen Materien begreiflich zu machen.

Es setzt also die mechanische Physik voraus, daß in einem leeren Raume eine unendliche Anzahl harter, sehr kleiner, beynahe gleicher Körper gleichförmig vertheilet sey. Was nun den leeren Raum betrifft, so läßt sich dieser aus der Erfahrung gar nicht beweisen; die mechanische Physik nimmt ihn nur an, weil sie ohne selbigen gar nicht bestehen kann. Eben so wenig läßt sich die unendliche Anzahl sehr kleiner, beynahe gleicher Körper durch Erfahrung rechtfertigen. Es bleibt hier noch immer die Frage zurück, wie klein diese Körper, und wie weit sie einander gleich seyn? Man sollte sich wenigstens gedenken, daß die ersten Körperchen weder sehr klein noch sich beynahe gleich, sondern absolut klein und absolut gleich seyn müßten. Auch kann der

Ausdruck

Ausdruck hart nicht absolut, sondern nur relativ genommen werden, in Beziehung auf die Kraft, welche angewendet wird, die einzelnen Theile eines Körpers zu trennen oder zu verrücken. Es müßte folglich auch den Atomen nur relative Härte zukommen, d. h. es müßte wenigstens eine Kraft möglich seyn, welche den Zusammenhang ihrer Theile aufheben könnte, welches gegen den Begriff der Atomen streitet. M. s. **Atomen.**

Das zweyte Postulat der mechanischen Physik ist, die Atomen bewegen sich in einer geraden unveränderten Linie, aber nach den verschiedensten Richtungen; die Bewegung derselben ist so gleich schnell, daß man jeden Punkt des Raumes für einen Augenblick wenigstens als Mittelpunkt annehmen kann. Es bleibt aber nach diesem System das Entstehen der Bewegung völlig unerklärbar. Die Atomistiker leiten zwar alle Phänomene und selbst die Gravitation von einem Stoße her; allein für diesen Stoß können sie weiter keinen Grund anführen. Nähme man auch an, daß die Atomen des so genannten schwermachenden Fluidums verschiedene Formen hätten, so wäre es doch nicht möglich, daß bey dieser Ungleichartigkeit Bewegung entstehen könne, ob man gleich nachher zugeben muß, daß scheinbare Anziehung Statt finden kann, wenn einmahl Bewegung entstanden ist. M. s. **Attraktion.**

Das dritte Postulat der mechanischen Physik ist, daß sie in irgend einem Punkte des Raumes, worin die Atomen sich bewegen, einen sphärischen Körper annimmt, welcher viel größer ist, als die Grundkörperchen.

Aus allen diesen sieht man, daß die mechanisch-atomistische Physik gleich anfänglich der Einbildungskraft ein völlig freyes Spiel läßt, gar nicht darum bekümmert, ob die Möglichkeit aller dieser Voraussetzungen auf richtigen Gründen beruhe und wirklich Statt finde. Zuletzt muß sie auch eingestehen, daß die allgemeine Anziehung ein Begriff sey, welcher auf ihrem Grund und Boden nicht entsprossen ist, sondern in eine höhere Wissenschaft gehöret, die sie voraus-

 setzet.

setzet. Ist sie aber nur erst über diese drey Postulate hinweg, so geht sie unaufhaltsam ihren Gang fort, und sie hat alsdann vor der dynamischen Lehre den ausgezeichneten Vortheil, daß sie anschaulich machen kann, was letztere niemahls in der Anschauung darzustellen vermag. Es kann die mechanische Physik selbst innerhalb ihrer Grenzen ein Meisterstück des Scharfsinnes und der mathematischen Präcision werden, selbst wenn sie in ihren Principien völlig grundlos ist. So kann sie, in so fern sie ein System ausmacht, in sich selbst vollkommene Evidenz haben, und doch in der Anwendung auf Erfahrung äußerst zweifelhaft werden.

In der mechanischen Physik sieht man auf keine Weise ein, wie Mittheilung der Bewegung erfolgen könne. Denn es findet keine Statt ohne Wechselwirkung der Undurchdringlichkeit, d. h. ohne Druck und Gegendruck. Die mechanische Physik kann aber für die Undringlichkeit der ersten Körperchen und der Materie überhaupt gar keinen Grund angeben; mithin muß sie die Grundkörperchen als absolut undurchdringlich annehmen, und relative Undurchdringlichkeit kömmt der Materie nur alsdann zu, wenn sie leere Räume enthält. Man sieht daher auch gar nicht ein, wie die Grundkörperchen, in so fern sie absolut undurchdringlich, mithin keiner Zusammendrückung fähig sind, einem andern Körper Bewegung mittheilen können. Ja, da die Materie nach der mechanischen Physik keine ursprünglich bewegende Kräfte hat, die ihr zukommen, auch wenn sie in Ruhe ist, so muß man ihr Wesen in absolute Trägheit setzen. Das ist aber ein Begriff ohne Sinn. Einem Undinge kann aber weder was mitgetheilet noch was entzogen werden. Es sieht sich also selbst die mechanische Physik in die Nothwendigkeit versetzet, der Materie als Materie ursprüngliche zurückstoßende und anziehende Kräfte beyzulegen, nur will sie die Nahmen nicht haben.

Auf den sphärischen Körper, welchen die mechanische Physik voraussetzet, wirken nun die Grundkörperchen. Dadurch hält jener Körper die Atomen in ihrer Bewegung auf,

welche durch ihren Anstoß demselben eine gewisse Geschwindigkeit mittheilen. Weil aber die Ströme der Atomen sich nach allen möglichen Richtungen gegen den Körper gleich stark bewegen, so wird auch dieser ruhig und im Gleichgewichte seyn.

Man nehme nun an, es befinde sich im Raume ein anderer großer sphärischer Körper. Die Grundkörperchen, welche den einen treffen, treffen den andern nicht, mithin werden sich diese beyden Körper gegen einander bewegen, indem sie die Ströme der Grundkörperchen gegen einander treiben, welche also die Ursache der Gravitation werden. Diese Grundkörperchen können die **schwermachenden Theile** heißen.

Aus allem bisher Angeführten erhellet hinlänglich, daß die mechanische Physik sich auf gewisse Voraussetzungen stützet, welche ganz begreiflich so angenommen werden können, daß man alles nach mechanischen Gründen zu erklären im Stande ist, wenn sie nur einmahl über die Hauptschwierigkeit, welche von jeher allen Physikern und Philosophen am meisten zu schaffen gemacht hat, nämlich wie Materie überhaupt und ursprüngliche Bewegung derselben möglich sey, hinweg ist. Mit dieser Hauptsache aber läßt sie sich nicht ein, und kann sich damit auch nicht einlassen, wenn sie ihr Ansehen behaupten will. Nach diesen Voraussetzungen beweiset Herr **le Sage** das Gesetz des freyen Falles der Körper aus seiner Hypothese von schwermachenden Theilchen. Hierzu nimmt er zuerst an: ein Zeittheilchen, das eine unveränderliche Größe hat, in einer ganz eigentlichen Bedeutung ein Zeitatom ist, und gar nicht zerstückt werden kann; nun stößt die schwermachende Ursache den Körper nur im Anfange jedes solchen Zeitatoms; während daß er verfließt, wirkt sie nicht in den Körper, nur wenn der nächste anhebet, wiederhohlet sie ihren Stoß. Hieraus bringt **le Sage** ein Gesetz zu Stande, welches dem bekannten des freyen Falles sehr nahe kömmt. Man muß aber bey Herrn **le Sage's** Zeitatom streng bleiben. Denn wenn man, wie Herr **Kästner**, das Gesetz für eine theilbare Zeit berechnet,

rechnet, so stößt man auf Widersprüche, welches aber le Sage nicht haben will, denn er rechnet nur für ganze Zeiten, nicht für Theile davon.

Die mechanische Physik geht von spekulativen Begriffen aus, welche sich gar nicht anschaulich darstellen lassen. Von den ersten Grundkörperchen u. s. f. ist man immer noch berechtiget, Rechenschaft zu verlangen. In der Natur gibt es weder etwas absolut Undurchdringliches, noch absolut Hartes, noch absolut Dichtes. Denn alle Vorstellungen von Undurchdringlichkeit, Härte, Dichtigkeit sind beständig nur Vorstellungen von Graden, über und unter welchen jederzeit noch größere oder kleinere bis ins Unendliche gedacht werden können, und folglich gibt es weder einen letzten noch einen ersten Grad. Man gelangt zur Vorstellung vom absolut Undurchdringlichen nicht anders, als dadurch, daß man die Freyheit des Geistes beschränket. Ist aber dieß einmahl geschehen, so glaubt man auch von der Wirklichkeit dieser Vorstellung versichert zu seyn, welche doch auf keine Weise durch die Erfahrung bewiesen werden kann.

Die mechanische Physik setzt also Materie und Bewegung derselben voraus; denn die Möglichkeit von beyden ist sie nicht im Stande darzuthun, und gibt damit stillschweigend zu, daß die Frage über die Möglichkeit der Materie und der Bewegung überhaupt eine Frage ist, welche einer physikalischen Beantwortung ganz unfähig, und folglich in jeder Physik bereits als beantwortet voraus gesetzet werden muß.

Um aber diese Frage gehörig zu beantworten, muß man nothwendig den Begriff der Materie bis auf seinen ersten Ursprung verfolgen. Materie ist aber nichts anders als Erscheinung, mithin Wirkung der Natur, welche also offenbar wirkende Ursachen voraussetzet. Bey allen möglichen Phänomenen in der Natur muß man zuletzt nothwendig bey der Anziehung und Zurückstoßung stehen bleiben, Ausdrücke, welche in das Gebiet der Physik gar nicht mehr gehören, obgleich selbige diese überall voraussetzet, und ohne sie gar nicht

nicht auskommen kann. Man geräth leicht auf den Gedanken, daß überhaupt das Wesen der Materie zurückstoßende und anziehende Kräfte ausmachen, welche also, wenn gleich nicht Gegenstände möglicher Anschauung, doch Bedingungen der Möglichkeit aller objektiven Erkenntniß seyn. Denn Kräfte sind doch einmahl nichts, was anschaulich gemacht werden kann, und doch sind sie die einzigen Bedingungen der ganzen lebendigen Natur. Da diese also nothwendig allem vorangehen, was wir über Dinge der Erfahrung behaupten können, so müssen wir schon im voraus vermuthen, daß ihr Ursprung unter den Bedingungen der menschlichen Erkenntniß überhaupt zu suchen ist. Wir wagen uns also nunmehr in ein Feld, wo wir Untersuchungen des Begriffs von der Materie überhaupt anstellen. Hierbey sind nun zwey Wege möglich, nämlich der analytische und der synthetische. Bey dem erstern zeigt man, daß die Materie überhaupt als etwas gedacht werden muß, was den Raum jedoch unter bestimmten Schranken erfüllt, daß wir also als Bedingung ihrer Möglichkeit eine Kraft voraussetzen müssen, welche den Raum erfüllt, und eine andere jener entgegengesetzte, welche dem Raume Grenzen und Schranken gibt. Allein bey diesen Verfahren ist es gar nicht möglich, daß die Möglichkeit, welche der Begriff ursprünglich mit sich führet, unter der Hand verschwindet, und daß man durch die Leichtigkeit, ihn in seine Bestandtheile aufzulösen, verführet wird, ihn selbst als einen willkürlichen, selbst gemachten Begriff zu betrachten, so daß ihm am Ende keine andere als bloß logische Bedeutung übrig bleibt. Sicherer ist daher das synthetische Verfahren, bey welchem man den Begriff entstehen läßt, und so in seinem Ursprunge selbst den Grund seiner Nothwendigkeit findet.

Wenn das Wesen der Materie ein Produkt zurückstoßender und anziehender Kräfte wäre, so können die Begriffe von diesen Kräften unmöglich Verstandesbegriffe seyn. Denn wenn unser Wissen bloß auf Begriffen beruhete, so wäre keine Möglichkeit vorhanden, uns von irgend einer

Realität

Realität zu überzeugen. Bloße Begriffe sind Worte ohne Bedeutung, ohne Sinn für den Geist. Alle Realität, welche ihm zukommen kann, gibt ihm nur die Anschauung, die denselben voranging. Und dieserwegen kann und soll im menschlichen Geiste Begriff und Anschauung, Gedanke und Bild nie getrennt seyn. Daß wir uns anziehende und zurückstoßende Kräfte vorstellen, könnte unmöglich etwas Reelles geben. Wir behaupten aber, die Materie sey außer uns wirklich, und der Materie selbst, in so fern sie außer uns wirklich, nicht bloß in unsern Begriffen da ist, kommen anziehende und zurückstoßende Kräfte zu. Für uns aber ist nichts wirklich, als was uns, ohne alle Vermittelung durch Begriffe, ohne alles Bewußtseyn unserer Freyheit, unmittelbar gegeben ist. Wir können aber unmittelbar nichts erkennen, als durch die Anschauung, mithin ist Anschauung das Höchste in unserem Erkenntniß. Es müßte folglich in der Anschauung selbst der Grund liegen, warum der Materie jene Kräfte nothwendig zukommen. Wir müßten aus der Beschaffenheit unserer äußern Anschauung beweisen können, daß das, was Objekt dieser Anschauung ist, als Materie, d. h. als Produkt anziehender und zurückstoßender Kräfte, angeschauet werden muß. Daraus folgte also, daß sie Bedingungen der Möglichkeit äußerer Anschauung wären, und daher käme eigentlich die Nothwendigkeit, mit welcher wir sie denken.

Aller Anschauung geht aber ein Eindruck voran. Allein wie ist ein solcher Eindruck von der Materie möglich? Auf die todte Materie kann keine Wirkung anders Statt finden, als daß sie eine Gegenwirkung ausübet. Auf uns kann aber keine Wirkung Statt haben, wie auf todte Materie, sondern sie soll zum Bewußtseyn kommen. Daher muß der Eindruck nicht nur auf eine ursprüngliche Thätigkeit in uns geschehen, sondern es muß auch diese Thätigkeit nach dem Eindrucke noch frey bleiben, um ihn zum Bewußtseyn erheben zu können. Nur das wird wirklich, was frey auf uns wirkt, und unserer freyen Thätigkeit uns gegen über ist; aber

auch

auch umgekehrt wird die freye oder ursprüngliche Thätigkeit in uns am Wirklichen zum Denken, zum selbstbewußten Vorstellen. Mit dem ersten Bewußtseyn einer Außenwelt ist auch das Bewußtseyn von uns selbst da, und umgekehrt, mit dem Bewußtseyn von uns selbst steht auch die wirkliche Welt vor unsern Augen. Der Glaube an die Wirklichkeit außer uns entsteht und wächst mit dem Glauben an uns selbst; beyde in innigster Zusammenwirkung sind das Element unseres Lebens und unserer Thätigkeit.

Allem Vorstellen und Denken in uns geht also nothwendig eine ursprüngliche Thätigkeit voran, welche in dieser Rücksicht schlechthin unbestimmt und unbeschränket ist. Erst durchs Daseyn eines Entgegengesetzten wird sie beschränkte und eben daher bestimmte Thätigkeit. Wäre diese Thätigkeit unseres Geistes ursprünglich beschränkt, so könnte der Geist sich nie beschränkt fühlen. Er nimmt nur seine Beschränkheit wahr, in so fern er zugleich seine ursprüngliche Unbeschränkheit wahrnimmt. Auf diese ursprüngliche Thätigkeit nun wirkt eine ihr entgegengesetzte, bis jetzt ebenfalls völlig unbestimmte Thätigkeit, und so haben wir zwey einander widersprechende Thätigkeiten als nothwendige Bedingungen der Möglichkeit einer Anschauung.

Auf unsern Geist kann aber nichts wirken, als er selbst, oder was seiner Natur verwandt ist. Darum ist es nothwendig, die Materie als ein Produkt von Kräften vorzustellen; denn Kraft allein ist das Nichtsinnliche an Objekten, und nur was ihm selbst analog ist, kann der Geist sich gegen über stellen. Durch die erste Einwirkung kann nun die ursprüngliche Thätigkeit nicht vernichtet, sondern nur beschränket werden. Da aber der Geist sich als beschränket fühlen soll, so muß er fortfahren, überhaupt frey zu handeln, und auf den Punkt jenes Widerstandes zurückzuwirken. Es sind also im Geiste vereiniget Thätigkeit und Leiden, eine ursprünglich freye, und in so fern unbeschränkte Thätigkeit nach außen, und eine andere, dem Geiste abgedrungene Thätigkeit auf sich selbst. Letztere kann man als die Schranke

der

der erstern betrachten. Jede Schranke ist aber nur als Negation des Positiven gedenkbar, mithin ist jene Thätigkeit positiver, diese negativer Beschaffenheit. Jene äußert sich völlig unbestimmt, und geht in so fern ins Unendliche, diese setzt jener Schranke und Bestimmtheit, und geht in so fern auf ein Endliches. Soll sich also der Geist als beschränkt fühlen, so muß er diese zwey entgegengesetzten Thätigkeiten, die unbeschränkte und beschränkende frey zusammenfassen. Er fühlt nur seine jetzige Beschränkheit zugleich mit seiner ursprünglichen Unbeschränktheit, wenn er diese auf jene und umgekehrt bezieht. Sobald also der Geist positive und negative Thätigkeit in einem Augenblicke zusammenfaßt, so wird das Produkt immer ein endliches Produkt seyn. Und da es gemeinschaftliches Produkt unbeschränkter und beschränkender Thätigkeit seyn soll, so wird es vorerst in sich begreifen eine Thätigkeit, welche an sich nicht beschränkt ist, sondern, wenn sie beschränkt werden soll, erst durch ein Entgegenstrebendes beschränket werden muß. Es solla ber das Produkt ein Endliches seyn, also wird es auch die entgegengesetzte Thätigkeit enthalten, welche ursprünglich und ihrer Natur nach beschränkend ist. Folglich wird das gemeinschaftliche Produkt, welches wir suchten, durch Zusammenwirkung einer ursprünglich positiven, und einer ursprünglich negativen Thätigkeit entstehen.

Die Handlung des Geistes nun, in welcher er aus unbeschränkter und beschränkender Thätigkeit in sich selbst ein gemeinschaftliches Produkt schafft, heißt **Anschauung**.

Aus allen diesen läßt sich nun schließen, daß das Produkt der Anschauung nothwendig ein Endliches sey, welches aus entgegengesetzten, wechselseitig sich beschränkenden Thätigkeiten entstehet.

Daraus ist klar, daß Anschauung das Höchste im menschlichen Geiste, dasjenige ist, was eigentlich seine Geistigkeit ausmacht. Denn ein Geist ist, was aus dem ursprünglichen Streite seines Selbstbewußtseyns eine objektive Welt zu schaffen, und dem Produkt in diesem Streite eine Fortdauer zu geben

geben vermag. Im todten Objekte ruht alles, in ihm herrscht kein Streit, sondern ewiges Gleichgewicht. Wo physische Kräfte sich entzweyen, bildet sich allmälig belebte Materie; in diesem Kampf entzweyeter Kräfte dauert das Lebendige fort, und eben darum allein betrachten wir es als ein sichtbares Analogon des Geistes. Im geistigen Wesen aber ist ein ursprünglicher Streit entgegengesetzter Thätigkeiten, und erst aus diesem Streite geht eine wirkliche Welt hervor. Mit dem unendlichen Geist erst ist eine Welt da, und die ganze Wirklichkeit ist doch nichts anders, als jener ursprüngliche Streit in unendlichen Produktionen und Reproduktionen. Kein objektives Daseyn ist möglich, ohne daß es ein Geist erkenne, und umgekehrt, kein Geist ist möglich, ohne daß eine Welt für ihn da sey.

Jetzt wird also vorausgesetzet, daß Anschauung selbst unmöglich ist, ohne ursprünglich streitende Thätigkeiten, und umgekehrt, daß der Geist nur in der Anschauung den ursprünglichen Streit seines Selbstbewußtseyns zu enden vermöge.

Daraus ist nun auch klar, daß das Produkt der Anschauung jene entgegengesetzte Thätigkeiten in sich vereinigen muß. Dieses Produkt kann der Verstand nur deßwegen als ein solches auffassen, das unabhängig von ihm durch den Zusammenstoß entgegengesetzter Kräfte wirklich geworden ist, weil es ein schöpferisches Vermögen in uns aus diesem Streite hervorgehen ließ. Es ist also dieß Produkt nicht da durch Zusammensetzung seiner Theile, sondern umgekehrt, seine Theile sind da, nachdem erst das Ganze durch ein schöpferisches Vermögen wirklich geworden ist.

Hat also einmahl unser Geist dem Produkte in der Anschauung Selbstdaseyn und Unabhängigkeit gegeben, so muß es sich nun als Objekt dem Verstande darstellen, welches unabhängig von demselben ist. In diesem Objekte aber sind zugleich jene entgegengesetzte Thätigkeiten, aus welchen es in der Anschauung hervorgieng, permanent geworden. Es erscheinet daher als etwas, welches völlig unabhängig von

unserer Freyheit da ist. Die entgegengesetzten Thätigkeiten also erscheinen als Kräfte, welche dem Objekte an sich selbst, ohne allen Bezug auf ein mögliches Erkenntniß, zukommen. Für den Verstand sind sie als bloß etwas Gedachtes und durch Schlüsse Gefundenes. Aber er setzt sie als reell voraus, weil sie aus der Natur des Geistes und der Anschauung selbst nothwendig entspringen. Ueberhaupt ist Kraft nur ein Verstandesbegriff, der nicht angeschauet werden kann, und aus dem Verstande entsprungen läßt er völlig unbestimmt, was ursprünglich auf uns gewirket hat. Denn er gilt nur vom Produkte der Anschauung, in sofern ihm der Verstand Selbstdaseyn gegeben hat. Es ist aber das Produkt der Anschauung selbst nichts Ursprüngliches, sondern ein gemeinschaftliches Produkt objektiver und subjektiver Thätigkeit. Es sind folglich die Grundkräfte der Materie nichts anders, als der Ausdruck jener ursprünglichen Thätigkeiten für den Verstand. Die eine dieser ursprünglichen Thätigkeiten ist ursprünglich positiv, und ihrer Natur nach unbeschränkt, nur durch eine entgegengesetzte Thätigkeit beschränkbar. Die Kraft also, welche ihr im Objekt entspricht, wird ebenfalls eine positive Kraft seyn, welche, wenn sie auch beschränkt ist, wenigstens gegen die Beschränkung ein Bestreben äußert, welches unendlich ist, und durch keine entgegengesetzte Kraft je völlig aufgehoben oder vernichtet werden kann. Dieser Grundkraft der Materie kann man sich also nicht anders versichern, als dadurch, daß man entgegengesetzte Kräfte auf sie handeln läßt. Das Bestreben nun, welches sie gegen solche Kräfte äußert, kündiget sich unserem Gefühle als eine zurücktreibende oder repellirende Kraft an. Wir gedenken uns dieses Bestreben als Undurchdringlichkeit nicht als absolut, sondern dem Grade nach als unendlich, die andere ursprüngliche Thätigkeit ist beschränkend, ursprünglich negativ, und in dieser Eigenschaft gleichfalls unendlich. Die Kraft also, welche ihr im Objekt entspricht, muß ebenfalls negativer Art und ursprünglich beschränkend seyn. Da diese nur im Gegensatz gegen eine positive Kraft Wirklichkeit hat, so muß sie der

repulsi-

repulsiven Kraft geradezu entgegengesetzet, d. h. sie muß **attraktive Kraft** seyn.

Die ursprüngliche Thätigkeit des Geistes ist völlig unbestimmt, hat folglich keine bestimmte Richtung, d. h. sie hat alle mögliche Richtungen, die nur noch nicht unterschieden werden können, so lange sie alle gleich unendlich sind. Wenn aber die ursprüngliche Thätigkeit durch die entgegengesetzte beschränkt wird, so werden alle jene Richtungen **bestimmte, endliche** Richtungen, und die ursprüngliche Thätigkeit handelt jetzt nach allen möglichen bestimmten Richtungen. Hierdurch erlangt der Geist den Begriff vom Raume, welcher nach drey Dimensionen ausgedehnet ist. Bey der Anwendung dieses Begriffs auf repulsive Kraft entspringt der Begriff von einer Kraft, welche nach allen möglichen Richtungen agiret, oder welches dasselbe ist, den Raum nach drey Dimensionen zu erfüllen strebet.

Eine ursprünglich negative Kraft hat als solche gar keine Richtung. Denn in sofern sie schlechthin beschränkend ist, ist sie in Rücksicht auf den Raum einem Punkte gleich. Wenn sie aber im Streit mit einer entgegengesetzten positiven Thätigkeit gedacht wird, so ist ihre Richtung durch die letztere bestimmt. Umgekehrt kann auch die positive Thätigkeit auf die negative nur nach dieser einen Richtung zurückwirken. Und so haben wir eine Linie zwischen zwey Punkten, welche vorwärts eben so gut als rückwärts beschrieben werden kann. Im Zustande der Anschauung beschreibt auch der menschliche Geist die gerade Linie wirklich. Eben dieselbe Linie, in welcher seine ursprüngliche Thätigkeit beschränket wurde, beschreibet er wieder, indem er auf den Punkt des Widerstandes zurückwirket. Dadurch erhält der Geist den Begriff von der Zeit, welche nur nach einer Dimension ausgedehnet ist. Bey der Anwendung dieses auf die attraktive Kraft der Materie läßt sich begreifen, daß sie eine Kraft ist, welche nur nach einer Dimension wirkt, oder eine Kraft, welche für alle mögliche Linien ihrer Thätigkeit nur eine Richtung hat. Diese Richtung gibt der idealische Punkt, in dem man sich alle

Theile der Materie vereiniget denken müßte, wenn die attraktive Kraft absolut wäre. Wenn die Materie wirklich in einem mathematischen Punkte vereiniget wäre, so hörte nun der Raum auf erfüllt zu seyn, und es wäre keine Materie mehr. In dieser Rücksicht kann also die anziehende Kraft im Gegensatz gegen die zurückstoßende als eine solche betrachtet werden, welche den Raum aufs Leere zurückzubringen bestrebet ist. Wenn die repulsive Kraft aller Grenze entgegen strebet, so strebt die attraktive Kraft umgekehrt alles auf absolute Grenze zurückzubringen. Jene ohne Schranken gedacht wäre Raum ohne Zeit, diese ebenfalls ohne Schranken, wäre Zeit ohne Raum, Grenze ohne Sphäre. Daraus ist begreiflich, daß Raum nur durch Zeit bestimmbar ist, und daß im unbestimmten absoluten Raume nicht in der Folgenreihe, sondern alles nur zugleich gedacht werden kann; daher ferner, daß Zeit nur durch Raum bestimmbar sey, daß in einer absoluten Zeit nichts außer einander gedacht werden muß.

Da nun jedes Objekt ein Endliches, Bestimmbares seyn muß, so ist es von selbst klar, daß es weder Grenze ohne Sphäre, noch Sphäre ohne Grenze seyn kann. Wird es ein Gegenstand des Verstandes, so ist es die Repulsivkraft, welche ihm Sphäre, und die Attraktivkraft, welche ihm Grenze gibt. Mithin sind beyde Grundkräfte. Alles Objekt der äußern Sinne ist als solches nothwendig Materie, d. h. ein durch anziehende und zurückstoßende Kräfte begrenzter und erfüllter Raum. Man sieht also nunmehr hinlänglich ein, daß das Wesen der Materie ganz allein zurückstoßende und anziehende Kräfte ausmachen, und daß sich alle Phänomene in der Natur zuletzt in diese Kräfte müssen auflösen, welche folglich der Grund von allen sind.

Nach diesen Untersuchungen sind wir nun auch fähig, den Begriff der Materie analytisch zu behandeln, und die Grundsätze der dynamischen Lehre aus diesem Begriffe allein herzuleiten. Dieß ist bereits vom Herrn **Kant** ausführlich geschehen,

schehen, so daß hier nur nöthig ist, die vorzüglichsten Sätze daraus anzuführen.

Die Materie erfüllt einen Raum nicht durch bloße Existenz, sondern durch eine ihr eigene ausdehnende Kraft, welche ihren bestimmten Grad hat, über dem größere und kleinere Grade bis ins Unendliche gedacht werden können. Durch eine solche Kraft wird erst die mechanische Bewegung der Materie möglich. Denn Materie ohne diese Kraft gedacht ist bloß etwas Denkbares, aber nie etwas Reelles, welches Gegenstand der Anschauung seyn kann.

Dieser ursprünglich bewegenden Kraft ist aber nothwendig eine andere gleichfalls ursprünglich bewegende Kraft entgegengesetzet, und diese ist anziehende Kraft. Denn hätte die Materie allein zurücktreibende Kräfte, so würden sie sich ins Unendliche zerstreuen, und folglich den Raum unerfüllt lassen, mithin gar keine Materie möglich seyn. Da aber zurückstoßende Kräfte weder durch sich selbst, noch durch den leeren Raum, noch durch andere Materie ursprünglich beschränkt werden können, so muß eine ursprüngliche Kraft der Materie, welche in entgegengesetzter Richtung der zurückstoßenden wirkt, d. h., eine anziehende Kraft angenommen werden, welche nicht einer besondern Art von Materie, sondern der Materie überhaupt als solcher zukömmt. Weil nun ein Endliches überhaupt ein Produkt zwey entgegengesetzter Kräfte seyn kann, so sieht man deutlich, daß diese beyden Grundkräfte, zurückstoßende und anziehende, zum Wesen der Materie gehören. Da ferner klar ist, daß das Negative überhaupt in logischer Bedeutung nichts an sich selbst, sondern nur die Verneinung des Positiven ist, so ist klar, daß die repulsive Kraft nothwendig der attraktiven vorangehen müsse. Allein daraus folgt nicht, daß in der Wirklichkeit die eine der andern vorangehe, indem eine jede nur einzeln da ist, in sofern ihre entgegengesetzte da ist, d. h., sie sind selbst in Rücksicht auf einander wechselseitig positiv und negativ, jede einzelne beschränkt nothwendig die Wirkung der andern, und nur dadurch werden sie ursprüngliche Kräfte einer Materie.

Die Atomistiker suchen alles auf Anziehung zurück zu bringen, und betrachten die Repulsion bloß als scheinbar. Allein aus bisheriger Erörterung erhellet, daß bloßes Anziehen sich auf einen einzigen imaginären Punkt beziehet oder auf absolute Grenze. Um also auch nur Anziehung vorstellen zu können, muß man nothwendig zwischen zwey Punkten Zurückstoßung voraussetzen.

Anziehungskraft ohne Zurückstoßungskraft ist daher objektivlos, Zurückstoßungskraft ohne Anziehungskraft formlos. Die Zurückstoßungskraft stellt die ursprüngliche, bewußtlose, geistige Thätigkeit vor, welche ihrer Natur nach unbeschränkt ist; die Anziehungskraft aber die bewußte, bestimmte Thätigkeit, die allem erst Form, Grenze und Umriß gibt. Das Objekt ist aber nie ohne Grenze, und Materie nie ohne Form; mithin ist es widersinnig, beydes in der Wirklichkeit von einander zu trennen. Da aber das Objekt nach einer gewöhnlichen Täuschung früher zu seyn scheinet, als seine Form, so erlangt dadurch das Materiale in der Vorstellung eine gewisse Ursprünglichkeit vor dem Formalen des Objektes, wiewohl in der Wirklichkeit keines ohne das andere und das eine nur durch das andere da ist.

Alles also, was an der Materie, Form, Grenze, Bestimmung ist, müssen wir nothwendig auf Anziehungskraft zurückführen. Ueberhaupt beruht das Reale der Materie auf Zurückstoßungskraft, und daß dieses Reale unter diesen bestimmten Schranken, dieser bestimmten Form erscheinet, beruhet auf Anziehungskraft. Dieserwegen können wir auch Zurückstoßungskraft in der Anwendung nicht weiter gebrauchen, als überhaupt begreiflich zu machen, wie Materie möglich ist. Wenn wir aber daraus erklären wollen, wie ein bestimmtes System der Welt möglich sey, so kann uns die repulsive Kraft gar keine weitere Auskunft geben. So können wir die Bewegungen der Himmelskörper ganz allein aus den Gesetzen der allgemeinen Anziehung erklären. Denn die zurückstoßende Kraft ist nur die negative Bestimmung für ein bestimmtes System von Weltkörpern, nicht aber die positive

Bestim-

Bestimmung, unter welcher allein gerade dieß bestimmte System möglich ist. Als eine solche Bestimmung können wir bloß die Gesetze der allgemeinen Anziehung betrachten, weil man von dieser alles herleiten muß, was in einem System Form und Bestimmung ist. Unmöglich konnte **Newton** die Gesetze von den Bewegungen der Himmelskörper erfinden, wenn er nicht (stillschweigend) annahm, daß die Materie ursprüngliche Anziehung besitze, welche sich nach der Quantität der Materie richtet. Hieraus erhellet zugleich auch die Unrichtigkeit von der Behauptung des Hrn. **Gren**, daß die Kraft der Schwere keine nothwendige, mit dem Begriff der Materie unzertrennlich verknüpfte Eigenschaft sey.

Es können aber die Grundkräfte in ihrer Schrankenlosigkeit gar nicht vorgestellet werden; daher muß es über jedem Grad einer solchen Kraft ein höherer und unter selbigem ein niederer geben; mithin ist auch das Maß einer Grundkraft allein der Grad der Kraft, welchen eine äußere Kraft anwenden muß, entweder den Körper zusammenzudrücken, oder den Zusammenhang seiner Theile aufzuheben. Weil nun einem jeden Körper ursprüngliche expansive Kraft zukömmt, welche auch Elasticität genannt wird, so folgt, daß die Materie ins Unendliche zusammengedrückt, nie aber durchdrungen werden könne, denn dieß setzte eine Vernichtung der repellirenden Kraft voraus.

Läßt man die Materie ins Unendliche sich ausdehnen, so muß ihre repulsive Kraft unendlich klein werden, indem sie sich verkehrt wie Räume verhält, in welche sie wirkt; läßt man sie bis ins Unendliche zusammengedrückt werden, so ist ihre repellirende Kraft unendlich groß. Keines von beyden aber kann Statt finden, wenn Materie möglich seyn soll. Mithin muß man eine unendliche Menge von Graden zwischen jedem Zustande der Zusammendrückung und der Durchdringung, so wie zwischen jedem Zustande der Expansion und der unendlichen Ausdehnung annehmen. Dadurch aber ist man der Nothwendigkeit überhoben, mit der mechanischen Physik Grundkörperchen anzunehmen, für deren

 Undurch-

Undurchdringlichkeit es weiter keinen Grund gibt, und so alle weitere Untersuchungen auf einmahl abgeschnitten werden. Hiernach ist nun keine Materie einer Zusammendrückung fähig, als in wie fern sie leere Zwischenräume hat, welche aber durch keine einzige Erfahrung dargethan werden können. Nach dem dynamischen Systeme ist die Annahme von leeren Zwischenräumen dadurch völlig unnöthig, daß man die Materie ursprünglich schon nur durch Wechselwirkung von Kräften entstehen läßt, so daß zwischen jedem Grade derselben bis zum völligen Verschwinden aller Intensität eine unendliche Menge von Zwischengraden möglich ist.

Da ferner die Materie nichts anders ist als ein Produkt entgegengesetzter Kräfte, so fällt auch die Behauptung der Sophisten in Ansehung der unendlichen Theilbarkeit der Materie weg, daß nämlich die Materie aus unendlich vielen Theilen bestehe, so wie man eben so wenig nöthig hat, mit dem Atomistiker der Freyheit der Einbildungskraft im Theilen Grenzen zu setzen. Die Theilbarkeit der Materie ins Unendliche aber ist ein vorzüglicher Beweis, daß die Materie kein für sich bestehendes Ding seyn kann. Denn sie mag getheilet werden, so viel als man will, so findet man nie ein anderes Substrat derselben, als dasjenige, was ihr unsere Einbildungskraft gibt.

Das die Materie aus Theilen bestehe, ist ein bloßes Urtheil unseres Verstandes. Sie besteht nämlich aus Theilen, wenn und so lange wir sie theilen wollen. Aber daß sie ursprünglich aus Theilen bestehe, ist Täuschung; denn ursprünglich entsteht sie als ein Ganzes aus entgegengesetzten Kräften, und erst durch dieses Ganze in der Anschauung werden Theile für den Verstand möglich.

So wäre es also nunmehr bewiesen, daß man sich ohne Zurückstoßungs- und Anziehungskräfte gar keine Materie gedenken könne, und daß ihr diese in Rücksicht auf unser Erkenntniß absolut nothwendig zukommen müssen. Das Nothwendige aber fühlet der Geist nur im Gegensatz gegen das Zufällige. Jede Vorstellung muß also Nothwendiges,

ges und Zufälliges in sich vereinigen. Zurückstoßende und anziehende Kraft geben überhaupt nur begrenzte Sphäre, daß aber Materie diese oder jene bestimmte Materie besitze, erscheinet uns als zufällig, weil diese Bestimmung nicht mehr zu den Bedingungen der Anschauung überhaupt gehöret. Gleichwohl ist aber das Objekt und seine Bestimmung in der Anschauung nie getrennt. Daraus ist also klar, daß schon in der ersten Anschauung, damit unser Geist das Nothwendige unterscheide, Nothwendiges und Zufälliges innigst vereiniget sind. Alles aber, was uns zufällig erscheinet, als die bestimmte Grenze, die Größe des Objektes, der Grad von Kraft, mit welchem seine Theile zusammenhangen, ist bloß erfahrungsmäßig erkennbar. Daher ist es schlechterdings unmöglich, irgend etwas von dem bestimmten Zusammenhange und der specifischen Verschiedenheit der Materie a priori auszumachen. Es ist daher völlig ungegründet, wenn Herr **Gren** bloß darum anziehende und zurückstoßende Kraft als Grundkräfte annimmt, um den Zusammenhang der Theile der verschiedenen uns umgebenden Körper zu erklären, und die Schwerkraft als eine abgeleitete zu betrachten. Denn was die ursprüngliche Cohäsion betrifft, so scheinen wir genöthiget zu seyn, bey dem Ausdrucke des Phänomens stehen zu bleiben, und abgeleitete Cohäsion ist solche, welche nicht zur Möglichkeit der Materie überhaupt gehöret. M. s. **Cohäsion**.

M. s. metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft von **Iman. Kant**. Riga 1787. 8. Ideen zu einer Philosophie der Natur von **Schelling** S. 114 u. f.

Grundstoffe der Körper, Bestandtheile, ungleichartige Theile (partes constituentes) heißen diejenigen Bestandtheile, in welche die Körper durch chemische Zersetzung zerleget werden. Diese Theile sind weder dem Ganzen, wovon sie herrühren, noch unter einander selbst in ihren Eigenschaften und in ihrer Natur ähnlich; erst in der gehörigen Verbindung und im gehörigen Verhältnisse machen sie zusammen das uns gleichartig erschei-

nende Ganze aus. Sind die Grundstoffe eines Körpers so mit einander verbunden, daß die Masse, welche sie zusammen ausmachen, in ihren kleinsten Theilen sich den Sinnen gleichartig zeigt, so heißt alsdann die Materie, welche sie bilden, **gemischt**, im entgegengesetzten Falle aber **gemengt**. Bey gemischten Körpern ist folglich eine chemische Durchdringung der Bestandtheile derselben vorangegangen, welches bey gemengten Körpern keinesweges der Fall ist. Bey diesen behalten nämlich diejenigen Theile, die unter einander vermengt werden, ihre vorige Natur. Bey Vermischungen hingegen bilden die verschiedenen Bestandtheile einen Körper von ganz eigener Natur und von ganz andern Eigenschaften, als die Bestandtheile desselben hatten.

Wenn die aus einem gemischten oder gemengten Körper erhaltenen Bestandtheile selbst noch weiter gemischt sind, und als Gemische darin so präexistiren, wie man sie durch chemische Zerlegung darstellet, so nennt man sie **nähere Bestandtheile** (partes proximae), und ihre weitern ungleichartigen Grundstoffe die **entferntern Bestandtheile** (partes remotae) des Körpers. Z. B.

Atmosphärische Luft

Lebensluft		Stickgas		kohlensaures Gas	
Sauerstoff	Wärmestoff	Stickstoff	Wärmestoff	Kohlensäure	Wärmestoff
				Kohlenstoff	Sauerstoff.

Die entferntern Bestandtheile, welche nicht weiter aus ungleichartigen Theilen zusammengesetzet sind, heißen **Elemente**, **Uranfänge** (elementa). M. s. den Artikel **Elemente**.

Die einfachern Stoffe des Thier- und Pflanzenreichs sind: **Kohlenstoff**, **Wasserstoff**, **Stickstoff**, **Phosphor**, **Sauerstoff**; dann auch **Schwefel**, **feuerbeständige Alkalien**, **Kalkerde** und **Eisen**. Hierzu rechnen einige noch den **Brennstoff**.

Die

Die nähern Bestandtheile des Pflanzenreichs sind diese, **Schleim, Zucker, Stärke, Kleber, Eyweißstoff, Weinstein, Weinsteinsäure, Sauerkleesalz, Sauerkleesäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Benzoesäure, Gallussäure, Harz, Gummiharz, Federharz, fettes Oel, ätherisches Oel, Kampfer, scharfer Stoff, narcotischer Stoff** und **fadiges Gewebe.**

Die nähern Bestandtheile des thierischen Körpers sind: **Gallerte, Fett, Eyweißstoff, Faserstoff, Knochenmaterie, Milchzucker, Ameisensäure, Kohlensäure, Kalkerde der Schalthiere** u. a.

Gummiharze s. **Harze.**

Gyps (gypsum, gypse, plâtre) ist im Grunde nichts weiter als eine natürliche schwefelsaure Kalkerde. In der Natur findet man den Gyps häufig und in Menge mehr oder weniger durchsichtig und in verschiedener Gestalt und Härte. In durchsichtigen dünnen und glänzenden Blättern, welche genau über einander liegen, und ganze durchsichtige Massen bilden, heißt er **Fraueneis, Frauenglas, Marieneis, Gypsspath, Katzenspath** (lapis specularis, glacies Mariae ſtirium pellucidum, pierre speculaire); in Fasern, welche der Länge nach über einander liegen, heißt er **faseriger Gyps, Strahlengyps** (gypsum striatum, gypse à filets); in halbdurchsichtigen körnichten Steinmassen, **dichter Gyps** oder **Alabaster** (gypsum alabastrum, alabâtre gypseux).

In der Hitze wird der Gyps undurchsichtig, wenn er vorher durchsichtig war, und sehr zerreiblich und locker, wenn er Festigkeit und Härte besaß. In diesem Zustande nennt man ihn **gebrannten Gyps** (gypsum vſtum), auch an manchen Orten **Gypskalk** oder **Sparkalk.** Dieser gebrannte Gyps saugt das Wasser, welches mit ihm vermengt wird, mit vieler Kraft ein, und verhärtet damit wieder zu einem steinartigen Körper. Hierauf gründet sich die Anwendung des Gypses zum **Gypsmörtel.** Soll aber der Gyps hierzu mit Vortheil gebrauchet werden, so muß

er

er weder zu wenig, noch zu viel gebrannt werden; denn in beyden Fällen erhärtet er mit dem Wasser nicht gehörig. Außerdem aber muß ihm weder zu viel noch zu wenig Wasser zugesetzet werden. Im ersten Falle verhärtet er zu langsam und im andern findet er weniger Wasser, als er in sich nehmen und binden kann, und verhärtet daher nicht gehörig. Bey der Vereinigung desselben mit dem Wasser dehnet er sich in einen größern Raum aus, und nimmt an Gewicht zu, ohne daß er nachher an der Luft diesen Zuwachs ganz wieder verlieret.

Im heftigen Feuer, so wie vor dem Löthrohre, fließt der Gyps endlich zu einer Art von Glas, nach Herrn **Gerhard** aber nicht im Kreidentiegel, sondern nur im Thontiegel.

Der Gyps unterscheidet sich von dem Kalke darin, daß er mit den Säuren nicht brauset, und sich nicht darin auflöset. **Marggraf** *) hat durch Zerlegungen und Zusammensetzungen entscheidend dargethan, daß der Gyps nichts anders als eine mit Schwefelsäure gesättigte Kalkerde sey, welche von Natur krystallisiret ist, durchs Brennen aber derselben das Krystallisationswasser entzogen wird.

Was für ein wichtiges Produkt der Gyps aber in der Anwendung ist, ist jedermann bekannt.

H.

Haarröhren (tubi capillares, tuyaux capillaires, tubus capillaires) sind hohle Röhren, deren innere Höhlung etwa den Durchmesser eines Pferdehaares und etwas darüber hat, und welche an beyden Enden offen sind. Ueberhaupt rechnet man schon zu den Haarröhrchen solche Glasröhren, deren Durchmesser ihrer Höhlung nicht über $\frac{1}{10}$ des rheinländischen Zolles beträgt, und '**sGravesand** verstattet sogar $\frac{1}{8}$ Zoll.

Wenn

*) Chymische Schriften Th. II. Berlin 1767. 8. Abhandl. X. §. 5. S. 139. f.

Wenn Haarröhrchen in eine flüssige Materie, welche am Glase zerfließet, gestellet werden, so steigt die Flüssigkeit in den Röhren in die Höhe, und erhebt sich noch über die Oberfläche der flüssigen Materie. Die Höhe über der äußern Oberfläche der flüssigen Materie in den Haarröhrchen ist verschieden, nachdem die Durchmesser bald größer bald kleiner, und die Flüssigkeiten selbst nebst dem Glase, woraus sie verfertiget worden, verschieden sind. Nach hydrostatischen Gesetzen sollte die Flüssigkeit in den Haarröhrchen nicht höher als die Flüssigkeit außerhalb denselben stehen. Es kann also der Grund des Erhebens der Flüssigkeit in den Haarröhrchen über die äußere Oberfläche ganz allein in der Kraft der Adhäsion gesuchet werden. Weil nämlich die flüssige Materie an dem Glase zerfließet, so muß sie ebenfalls in den Haarröhren an den Wänden höher als in der Mitte stehen; da aber die Röhrchen sehr enge sind, so fließt der Ring, welchen die Flüssigkeit in selbigen bildet, zusammen; wegen der fortwirkenden Adhäsionskraft aber bildet sich von neuem ein Ring, fließt wieder zusammen u. s. f. bis zuletzt das Gewicht der kleinen Wassersäule in den Haarröhrchen über der äußern Oberfläche mit der Adhäsionskraft gleich ist.

Man hat bisher noch kein allgemeines Gesetz auffinden können, nach welchem sich die aufgestiegene Höhe der verschiedenen Flüssigkeiten in den Haarröhrchen richtete; daher kann sie auch einzig und allein aus der Erfahrung bestimmt werden; keinesweges aber richtet sie sich nach dem Verhältnisse der specifischen Gewichte der flüssigen Materien. Außerdem ist es auch sehr wohl begreiflich, daß selbst einerley Flüssigkeit in Haarröhrchen von gleicher Oeffnung, welche aber aus verschiedenem Glase sind verfertiget worden, auf verschiedene Höhen steigen.

Wenn Haarröhrchen von einerley Glase mit verschiedenen Oeffnungsdurchmessern in einerley flüssige Materie gestellet werden, so verhalten sich die Höhen, auf welche die Flüssigkeit in selbigen hinaufsteiget, umgekehrt wie die verschiedenen

schiedenen Durchmesser der Oeffnungen. Vermöge geometrischer Gründe verhalten sich die körperlichen Räume zweyer Cylinder von gleichen Höhen aber ungleichen Grundflächen wie ihre Grundflächen. Wäre nun das eine Haarröhrchen noch einmahl so weit, als das andere, so würden sich die beyden gleich hohen Säulen zu einander wie 4 : 1 verhalten, mithin würde die Wassersäule in dem weiten Haarröhrchen auch ein viermahl größeres Gewicht haben müssen, und könnte folglich mit der Wassersäule in dem engen Haarröhrchen nicht anders das Gleichgewicht halten, als wenn das Wasser viermahl niedriger stände. Da aber bey einer noch einmahl so weiten Röhre auch noch einmahl so viele Berührungspunkte Statt finden, die Adhäsion aber von einerley Körper sich wie die Menge der Berührungspunkte verhält, so müßte auch die Wassersäule in dem noch einmahl so weiten Haarröhrchen noch einmahl so hoch als in dem engern steigen. Folglich sind die Höhen in einer flüssigen Materie in den Haarröhrchen von ungleichen Weiten in einem zusammengesetzten Verhältnisse, aus dem geraden der Durchmesser und dem verkehrten der Quadrate der Durchmesser, d. h. sie verhalten sich umgekehrt wie ihre Durchmesser. Man nehme an, es sey der Durchmesser des einen Haarröhrchens A = 1, und der Durchmesser des andern B = 2, so hat man nach dem eben Gesagten

1. Höhe in A: Höhe in B = 4:1 und

2. Höhe in A: Höhe in B = 1:2, folglich,

wie bey zusammengesetzten Verhältnissen Statt findet,

Höhe in A: Höhe in B = 4:2 = 2:1, d. h.

umgekehrt wie ihre Durchmesser.

Solche flüssige Materien, deren Theile unter sich stärker als mit den Theilen desjenigen Körpers, woraus die Haarröhrchen verfertiget sind, zusammenhängen, steigen nicht nur nicht über die äußerste Oberfläche der flüssigen Materie in den Haarröhrchen in die Höhe, sondern stehen sogar niedriger, als die äußerste flüssige Materie. So steht Quecksilber in gläsernen Haarröhrchen tiefer als auswendig. Weil

der

der Grund des Aufsteigens über die äußere Oberfläche einer flüssigen Materie in den Haarröhrchen bloß in der Kraft der Adhäsion liegt, so ist es auch unmöglich, daß eine flüssige Materie in einem Haarröhrchen, an welchem die Flüssigkeit nicht zerfließt, über die äußere Oberfläche hinaufsteigen könne. Nach hydrostatischen Gesetzen sollte die Flüssigkeit aber doch wenigstens in dem Haarröhrchen bis zur äußern Oberfläche des Flüssigen steigen. Um den Grund von der niedrigern Höhe einzusehen, sey (fig. 89.) a b c d ein mit Quecksilber angefülltes Gefäß, dessen Oberfläche a d ist; in selbiges sey die Glasröhre i h eingetaucht, so wird das Quecksilber in dieser Röhre nur bis zur Höhe g steigen. Weil nämlich das Quecksilber unter sich stärker als mit der Glasröhre zusammenhängt, so muß hier erst der stärkere Zusammenhang des Quecksilbers an dem Haarröhrchen herum überwunden werden, ehe selbiges eindringen kann. Daraus folget, daß der Druck des um das Haarröhrchen in der Höhe g f befindlichen Quecksilbers erforderlich ist, um diesen Zusammenhang aufzuheben; folglich kann dieser nicht außerdem noch das Quecksilber in dem Haarröhrchen bis zur Höhe g f treiben, sondern es wird dieses nur bis zur Höhe h g steigen. Daraus ist nun aber auch klar, daß in dem Haarröhrchen bis zur äußern Oberfläche beständig gleichviel fehlen müsse, man mag sie so tief als man will, eintauchen.

Werden Haarröhrchen von einerley Materie mit verschiedenen Oeffnungshalbmessern in eine flüssige Materie eingetauchet, welche an jener nicht zerfließet, so wird sie in dem engern Haarröhrchen tiefer als in dem weitern stehen, und es werden sich überhaupt die Höhen außer den Haarröhrchen über die in selbigen zu einander verhalten umgekehrt wie die verschiedenen Oeffnungshalbmesser. Würden nämlich in Quecksilber zwey Haarröhrchen eingetaucht, so weiß man nun schon, daß der Druck der Quecksilberschichte a k l d um das Haarröhrchen nöthig ist, um den Zusammenhang der Theile zu überwältigen, ehe das Quecksilber in das Haarröhrchen eindringen kann. Man kann sich diese Schichte als

eine Quecksilbersäule vorstellen, deren Grundfläche mit der Grundfläche des Haarröhrchens einerley ist, welche also mit der Kraft der Cohäsion, welche überwunden werden muß, im Gleichgewichte ist. Je kleiner nun der Durchmesser der Oeffnung des Haarröhrchens wird, desto kleiner wird auch die Grundfläche der in selbige getretenen Quecksilbersäule seyn, folglich muß nun die äußere Quecksilbersäule von eben derselben Grundfläche, welche mit der Adhäsionskraft, die vorhin zu überwinden war, im Gleichgewichte seyn soll, um desto höher seyn. Wäre nämlich der Durchmesser des Haarröhrchens noch einmahl so enge, so würde die Grundfläche der Quecksilbersäule im Haarröhrchen viermahl kleiner, folglich die äußere Säule von gleicher Grundfläche viermahl höher seyn, um eben den Zusammenhang der Quecksilbersäule zu überwinden. Bey einem halb so großen Durchmesser wird aber auch die Peripherie der Oeffnung nur halb so groß seyn, und das Quecksilber muß durch einen gleichen Druck noch einmahl so hoch in das Haarröhrchen eindringen. Demnach wären die Höhen des Quecksilbers außer dem Haarröhrchen in einem zusammengesetzten Verhältnisse, aus dem Verkehrten der Quadrate der Durchmesser und dem Geraden der Durchmesser, d. h. sie verhielten sich umgekehrt, wie die Durchmesser.

Auf die Theorie der Haarröhrchen gründen sich verschiedene Phänomene in der Natur. Es ist nämlich daraus begreiflich, wie flüssige Materien in diejenigen Körper eindringen, deren Gewebe zarte Röhrchen bilden, und welche mit den Flüssigkeiten zusammenhängen. So dringt Wasser in Zucker, Löschpapier, Schwamm, Leinwand, Stricke, Saiten, Holz u. s. f. Auf eben diese Art erhebt sich das Oel oder der geschmolzene Talg in den Dochten in die Höhe u. s. f. Im Gegentheil werden flüssige Materien in dergleichen Körper nicht eindringen können, wenn die Theile unter sich stärker als mit diesen Körpern zusammenhängen. So wird Oel nicht durch Löschpapier dringen, welches mit Wasser naß gemacht worden, auch Quecksilber nicht durch Leinwand und Flor u. s. f.

De la Lande [α]) führet an, daß Franz Aggiunti, Leibarzt des Großherzogs von Toskana, welcher im Jahr 1635 verstorben ist, die Erscheinungen der Haarröhrchen zuerst bemerket habe. Der Jesuit, Honoratus Fabri [β]), und aus selbigem Johann Christoph Sturm [γ]), führen die Phänomene der Haarröhren, in welchen Wasser über die Oberfläche desselben in einem Gefäße aufsteiget, umständlich an, und suchen sie aus dem Drucke der Luft herzuleiten. Allein da sie alle auch im luftleeren Raume sich zeigen, so wird diese Behauptung dadurch sogleich widerleget. Ueberdem führen sie noch eine ganz falsche Beobachtung an, daß in längern Röhren das Wasser höher, als in niedrigern stehe.

Von Isaak Vossius [δ]) wird zuerst bemerket, daß das Queckfilber in die Haarröhrchen sich nicht so hoch erhebe, als es außen im Gefäße sich befindet, und daß sich auch diese Erscheinungen in communicirenden Röhren zeigten, wenn der eine Schenkel ein Haarröhrchen sey. Den Grund dieser Phänomene sucht er in der Zähigkeit des Wassers, wodurch es an das Glas anklebe, und eben daher sein Gewicht verliere. Allein hierdurch wird keinesweges das Aufsteigen des Wassers in den Haarröhrchen, sondern nur das Hängenbleiben des schon aufgestiegenen Wassers erkläret.

Borellus [ε]) führet an, daß das Wasser, wenn das Haarröhrchen inwendig feucht sey, schneller und höher steige. Er sucht die Erscheinung aus einer Art von Netz herzuleiten, das vom Wasser an der untern Oeffnung der Röhre gebildet werde, und gedenket sich, um das Aufsteigen des Wassers begreiflich zu machen, die Theile desselben als biegsame Hebel vor.

Jacob

α) Diss. sur la cause de l'élévation des liqueurs dans les tubes capillaires. à Paris 1770.
β) Scient. phys. tract. V. lib. II. digress. I.
γ) Collegium curiosum. Norimb. 1676. 4. Tom. I. tentam. 8.
δ) De Nili et aliorum fluminum origine. Hagae Com. 1666. cap. 2.
ε) De motionibus naturalibus a grauitate pendentibus. Lugd. Batav. 1686. propos. 182. — 188.

Jacob Bernoulli α) ist der Meinung, daß die Lufttheile als Kügelchen selten völlig genau in die Oeffnung einer Röhre passeten, die am Rande sich befindlichen träfen die Wände der Röhre so, daß sie nach vorn hin getragen würden, und wenn folglich etwa 6 solche Theilchen im Durchmesser Raum genug hätten, so würden zwey davon von dem Rande der Röhre getragen, mithin könnten nicht mehr als noch 4 herabwärts drücken, und so würde folglich an dieser Stelle der Druck der Luft schwächer, als der außerhalb der Oeffnung des Haarröhrchens; dieserwegen auch das Wasser höher hinauf getrieben werde. Allein, wenn dieß wirklich der Grund wäre, so müßten sich die Höhen der Flüssigkeiten, auf welche sie über die Oberfläche derselben aufsteigen, wie die specifischen Gewichte verhalten, welches aber der Erfahrung widerspricht.

Ludwig Carre β), und mit ihm Geoffroy, stellten viele Versuche mit den Haarröhrchen an, und fanden unter andern, daß das Wasser in selbigen nicht über die Oberfläche hinaufstieg, wenn sie inwendig mit Fett bestrichen waren; war aber der bestrichene Theil ganz unter Wasser gebracht, so stieg auch das Wasser wieder in die Höhe. Unter der Glocke der Luftpumpe machte Carre ebenfalls Versuche, und es schien ihm, daß das Wasser in der verdünnten Luft noch höher in den Haarröhrchen hinaufstieg; zugleich bemerkte er, daß die Länge der Röhren nichts zur Höhe des Steigens beytrage. Diese Erscheinungen leitet er zuerst vom Anhängen des Wassers am Glase ab, und erkläret daraus ganz richtig die meisten Phänomene, nur begehet er darin einen Irrthum, daß er behauptet, es verlören diejenigen Theile des Wassers, welche das Glas berührten, ihr ganzes Gewicht; denn hieraus würde folgen, daß das Wasser höher steigen müsse, wenn die Röhrchen tiefer eingesenket würden.

D. Jurin γ) machte Versuche mit gläsernen Gefäßen, welche aus Röhren von verschiedenen Durchmessern bestanden.

Berührte

α) De grauitate aetheris. Amstel. 1683 8. p. 239.
β) Mémoir. de l'Acad. roy des scienc. de Paris 1705.
γ) Philosoph. transact. n. 355. art. 2. n. 363. art. 2.

Berührte der weitere Durchmesser das Wasser, so stieg es so hoch, als es der engen Röhre zukam, kam aber die engere Röhre an das Wasser, so trat es nur so weit, als die weitere es halten konnte. Die Erscheinung erkläret er aus der Anziehung, welche dem Wasser, das die innern Wände der Röhre berühret, sein Gewicht benehme, und daher dasselbe vom Drucke des außen stehenden Wassers erheben, und von dem nächstfolgenden Ringe der innern Wand des Glases angezogen werde. Das Hängenbleiben des Wassers leitet er vom Ringe der Glaswand her, welcher die obere Peripherie des Wassers zur Basis und den Wirkungskreis der Anziehung des Glases zur Höhe hat. Noch mehrere Versuche fügte **Bülfinger** [α]) hinzu, und fand, daß ein Haarröhrchen gerade so viel Wasser anzieht, als der größre Tropfen beträgt, welcher auswendig am Röhrchen, ohne herab zu fallen, hängen bleibt. In Rücksicht der Erklärungen pflichtet er dem **Jurin** bey.

Muſſchenbroek [β]) vervielfältigte die Versuche mit Haarröhrchen noch mehr, und fand die Höhe der verschiedenen Flüssigkeiten in Haarröhrchen von gleichen Durchmessern, welche von verschiedenem Glase waren verfertiget worden, auch verschieden. In den von holländischem Flaschenglase stiegen

kohlensaurer Salmiakgeist	auf	4,56	rheinl.	Zolle
äzender Salmiakgeist	—	3,60	—	—
destillirtes Wasser	—	3,40	—	—
Vitriolgeist	—	3,25	—	—
Terpentinöl	—	3,58	—	—
Salpetergeist	—	2,07	—	—
Alkohol	—	1,80	—	—
Liquor anodynus	—	1,40	—	—
Vitriolöl	—	1,30	—	—

α) Diss. de tubulis capillaribus; in comment. Petrop. Tom. II. p. 233. und in den Anmerk. über Jurin's Abhandl. Ebend. Tom. III. p. 281. sqq.

β) Diss. phys. exper. de tubis capillaribus vitreis; in den diss. phys. p. 27'. imgl. diss. de attractione speculorum planorum vitreorum ebend. p. 334.

Er war in der Meinung, hierbey gefunden zu haben, daß das Wasser in langen Röhren höher stehe als in kürzern; allein seine angegebenen Unterschiede sind so gering, daß sich hieraus gar nichts Zuverlässiges folgern läßt.

Weitbrecht a) hat mehrere schätzbare Bemerkungen und Versuche über diesen Gegenstand mitgetheilet. Er leitet die Erscheinungen von der Attraktion und Cohäsion her, und unterscheidet dabey die Wirkung des Glases aufs Wasser von der Wirkung der Wassertheile auf einander selbst. Das Aufsteigen des Wassers leitet er von der stufenweise wirkenden Kraft der ganzen innern Glasfläche, und von dem Zusammenhange der Wassertheile; die Erhaltung des aufgestiegenen Wassers aber von der Anziehung des Ringes der Glasröhre, womit die Oberfläche der erhaltenen Wassersäule zusammenhänget, und von dem Zusammenhange des Wassers unter sich ab.

Gellert β) fand bey seinen Versuchen, daß das geschmolzene Bley in gläsernen und irdenen Haarröhrchen niedriger als von außen stehe, und daß sich diese Tiefe unter der äußern Horizontalebene umgekehrt wie die Durchmesser, in prismatischen Röhren aber umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Grundflächen verhält. Diese Erscheinung erkläret er daher, weil die Theile des geschmolzenen Bleyes unter sich stärker zusammenhängen, als mit dem Glase und Thone.

De la Lande selbst gibt von den Erscheinungen der Haarröhrchen folgende Erklärung. Wenn in einem Gefäße Wasser ruhig stehet, so sind alle lothrecht stehende Wassersäulen, in welche man sich das Wasser getheilet vorstellen kann, von gleich großem Gewichte, und besitzen einerley Anziehung. Die eingetauchte Glasröhre treibt einen Theil einer solchen Wassersäule aus der Stelle, und verursachet dadurch mehr Anziehung als dieser Theil. Daher werden die unter der

a) Tentamen theoriae, qua ascensus aquae in tubis capillaribus explicatur; in den comment. Petrop. Tom. VIII p. 362. imgl. explicatio difficiliorum experimentorum circa ascensum in tubos capillares. ebend. Tom. IX. p. 275.

β) De phaenomenis plumbi fusi in tubis capillaribus; in comment. Petrop. Tom. XII. p. 243.

der Oeffnung stehenden Wassertheile aufwärts gezogen, und verlieren etwas von ihrem Gewichte. Es wird folglich die Wassersäule im Haarrohre leichter, und muß daher von dem äußern weiter in die Höhe getrieben werden, bis das Gewicht des aufgestiegenen Wassers der Anziehung der Röhre gleich ist. Außerdem zieht noch der untere Theil der Glasröhre, so weit sein Wirkungskreis geht, die anliegenden Wassertheile gegen sich, ohne daß diese Anziehung von andern unterwärts liegenden Glastheilchen wieder aufgehoben würden. Zuletzt wird auch die Oberfläche des aufgestiegenen Wassers von dem anliegenden Glasringe gegen sich gezogen; dieser Anziehung wirkt zwar eine eben so starke Anziehung gegen das Glas nach unten entgegen; allein sie wird doch durch die Anziehung der Wassertheile unter sich selbst vermindert. Gesetzt also, es wäre die Kraft, womit das Wasser vom Glase angezogen wird, $=\alpha$, und die, mit welcher es vom Wasser selbst angezogen wird, $=\beta$, so ist die ganze Anziehung aus der ersten Ursache $=\alpha-\beta$; und aus der zweyten ebenfalls $=\alpha-\beta$; aus der dritten $=\alpha-(\alpha-\beta)=\beta$; die ganze Anziehung also $=2\alpha-2\beta+\beta=2\alpha-\beta$. Es müßte also das Wasser noch steigen, wenn nur die Anziehung des Glases über halb so groß, als die des Wassers unter sich selbst wäre. Eben dieß läßt sich auch auf das Quecksilber anwenden.

D. **Hook** *) suchte mit vielem Scharfsinn zu beweisen, daß die Wirkung der Haarröhrchen vom Drucke der Luft herrühre. Allein die Versuche mit den Haarröhrchen im luftleeren Raume sind dieser Meinung ganz entgegen, und beweisen, daß Adhäsion selbige allein bewirken.

M. s. *C. B. Funccii* diss. de ascensu fluidorum in tubis capillaribus Comment. I. II. Lips. 1773. 4.

Härte (durities, dureté) ist diejenige Eigenschaft der Körper, vermöge welcher sie eine beträchtlich wirkende Kraft auf sich aushalten können, ehe ihre Theile von einander getrennt werden. Da es nämlich in der Natur keine absolute Härte gibt, so sieht man wohl, daß das Wort Härte nur

 einen

*) Micrographia Obs. VII.

einen relativen Begriff ausdrücket. Bloß nach dem atomistische Systeme müssen den Grundkörperchen absolute Härte beygeleget werden, obgleich die Erfahrung hiervon gar nichts beweiset. Nach dem dynamischen System beruht Härte bloß auf Graden, über und unter welchen andere bis ins Unendliche möglich sind.

Härten des Stahls, s. Stahl.

Hagel, Schloßen (grando, grêle) sind in der Atmosphäre unserer Erde gefrorne Wassertheile, welche in Gestalt von Eisstücken auf dieselbe niederfallen. Die Größe der Schloßen ist verschiedentlich. Man hat welche, wiewohl selten, von dem Gewichte eines Pfundes gesehen. Nach **Scheuchzer** und **Beccaria** *) sind diejenigen, welche auf den Bergen fallen, kleiner, als die in den Plainen. Ihre Gestalt ist selten vollkommen rund; vielmehr ist sie oft glatt, eckig, rundlich u. s. f. Ihr innerer Kern ist undurchsichtig und einem compakten Schnee ähnlich, die äußere Rinde aber hell und durchsichtig wie Eis.

Merkwürdig ist es, daß in der Regel die Hagelwetter zugleich die schwersten Donnerwetter sind, und daß sie gewöhnlich im Sommer, in den Monathen May, Junius, Julius und August, bey Tage, selten aber bey der Nacht und im Winter einfallen. Dabey ist der Wind sehr veränderlich, und meistentheils geht unmittelbar vor dem Hagelwetter eine Hauptveränderung seiner Richtung vorher. Vor der Entstehung des Hagelwetters ist gemeiniglich eine sehr große Hitze vorausgegangen, und am Tage der Entstehung bemerket man eine sehr schwüle Luft; beym Herabfallen des Hagels aber, und noch mehr nach demselben, findet man die Luft abgekühlet. Oft fällt der Hagel mit Regen vermischt herab, oft aber geht der Regen und meistentheils in sehr großen Tropfen voran, und verwandelt sich nachher in Hagel. Gewöhnlich sind die Hagelwetter mit Sturm begleitet; und dieß nebst dem Aneinanderschlagen der Hagelkörner verursachet in der Luft ein großes Getöse.

Ein-

*) Lettere del elettricismo. lett. 15.

Einzelne Beyspiele von Hagelwettern findet man doch auch im Winter und zur Nachtzeit, welche aber auch alsdann die schrecklichsten und verheerendsten sind. Ueberhaupt aber bleibt die Natur diesen Gesetzen in der Regel unterworfen, daß es im Winter schneye, im Sommer hagele, und in den Zwischenzeiten zumahl im Frühlinge ein zarter Graupenhagel falle, welcher vom Schnee die Weichheit, vom Hagel die Figur hat.

Man war sonst der Meinung, daß der Hagel zusammengetriebener, compakter Schnee sey. Allein es ist weit wahrscheinlicher, daß er aus dem Wasser entstehe. Wenn nämlich dem Regen bey der Entstehung oder beym Herabfallen aus irgend einer Ursache die Wärme, welche ihm im tropfbaren Zustande nöthig war, plötzlich entzogen wird, so verwandelt er sich in Eis, und fällt so auf die Erde herab. Aus den angegebenen Umständen, unter welchen gewöhnlich Hagelwetter entstehen, erhellet übrigens mit sehr großer Wahrscheinlichkeit, daß die Elektricität beym Entstehen des Hagels eine vorzügliche Rolle spiele. So führet Herr Hofrath **Lichtenberg** [α]) aus einem Briefe des Herrn Pastor **Häcker** zu Peringersdorf bey Nürnberg an, daß es am 13ten Jan. 1791 daselbst von Morgens 3 Uhr an geregnet, um 5 Uhr Abends aber zu hageln angefangen habe, und gleich darauf sey ein Blitz mit einem starken Schlage erfolget. Dabey habe das Barometer ungewöhnlich tief, auf 26 paris. Zoll und 2 Linien, das Thermometer auf + 4 nach **Reaumur** gestanden. Am Abend vorher, nämlich am 12ten Januar, hat man auch in Göttingen bey kleinkörnigem Hagel ebenfalls blitzen sehen, und entfernten Donner gehöret. Dieß beweiset also wirklich einen Zusammenhang der Elektricität mit der Entstehung des Hagels. Selbst von dem Grupenhagel merkt **Senebier** [β]) an, daß er immer bey starker Elektricität der Luft falle. Auch **Mongez** [γ])

 führet

α) Anfangsgründe der Naturlehre von Erxleben §. 736. Anmerk.
β) *Rozier* Journal. de physique. May 1787.
γ) Lettre sur la formation de la grêle; in Rozier Journal de Physique Sept. 1778.

führet ein Beyspiel an, daß es bey einem Regen, welcher einige Tage, ohne zu blitzen, angehalten hatte, sogleich zu hageln anfing, als es anfing zu blitzen. Herr Hofr. **Lichtenberg** bemerket dabey, der Zusammenhang der Elektricität mit dem Hagel könnte dieser seyn: Elektricität vermehre Ausdünstung, und die Ausdünstung verursache Kälte; doch bleibe hierbey noch vieles dunkel. Herr **de Lüc** [α]) führet bloß an, daß wir nichts weiter von der Entstehung des Hagels wüßten, als daß in irgend einem Theile der Wolke eine Kälte entstehen müsse, welche einen Reif bildet, der kalt genug sey, um das Wasser der Nebel, durch welche er fällt, rings um sich her zum Gefrieren zu bringen. Man könne annehmen, die Erkältung entstehe durch Entziehung des Feuers, welches zur Bildung des elektrischen Fluidums verwendet wird.

Herr **Seiferheld** [β]) in Schwäbischhall fand, daß Wassertropfen, welche er auf den Conduktor einer Elektrisirmaschine oder auf das Rohr einer Ladungsflasche gesetzet hatte, augenblicklich zu Milcheis gefroren, sobald er den elektrischen Schlag durch sie gehen ließ, indeß andere Tropfen darneben, durch welche der Schlag nicht gegangen war, flüssig blieben. Die Temperatur des Zimmers war — 13 Grad nach **Reaumur**. Das hier die Tropfen zu Eis gefroren, konnte vielleicht bloß darin seinen Grund haben, daß das Gefrieren durch die erschütternde Bewegung des Schlages begünstiget wurde. M. s. **Eis**. Herr **Seiferheld** glaubet, daß durch die Zersetzung der elektrischen Materie Wärmestoff gebunden werde, wodurch sich Kälte erzeuge, besonders in verdünnter oder durch Wärme ausgedehnter Luft. Zur Ableitung des Hagels thut er folgenden Vorschlag: man solle an jedem Morgen Landes an beyden Enden zwey Stangen, eine von 3 und eine von 20 Fuß Höhe über der Erde errichten

α) Sieh. Brief an de la Metherie; in Grens Journal der Physik B. IV. S. 290.

β) Elektrischer Versuch, wodurch Wassertropfen in Hagelkörner verändert worden, sammt der Frage an die Naturforscher; ist eine Hagelableitung ausführbar? Nürnb. 1790. 8.

richten und jeder einen fein zugespitzten, mit Pech überzogenen Eisendraht anbringen, welcher oben etliche Zoll hervorrage, und unten zwey Fuß tief in die Erde gehe. Die kleinere Stange soll den aufsteigenden Dünsten ihre Elektricität rauben, und was dieser entgehet, soll vollends die größere auffangen. Allein vors erste ist es bey weitem noch nicht ausgemacht, daß es überhaupt möglich sey, daß die Luftelektricität von den Stangen ganz aufgefangen und der Erde zugeführet werden könne, und zweytens, wenn auch dieß wirklich möglich wäre, was könnte und würde im Ganzen aus dem Gange der Witterung werden?

Vielleicht wirken bey der Entstehung des Hagels außer der Elektricität noch andere Nebenumstände mit, welche vorzüglich eine große Kälte verursachen, als z. B. Salztheile, welche durch Ausdünstung mit in die Höhe gestiegen und durch Zersetzung der Atmosphäre zusammengebracht sind, u. s. w.

Daß im Winter gewöhnlich kein Hagelwetter Statt findet, hat vermuthlich seinen Grund nicht allein in der Kälte der Atmosphäre, als welche nicht verstattet, daß der aus den Wasserdämpfen zersetzte Nebel in tropfbar flüssige Gestalt übergehen kann, und vielmehr gefriere und in Schnee verwandelt wird, sondern auch in der nicht so starken Leitung der Elektricität in der kalten Luft. Warum aber gewöhnlich zur Nachtzeit kein Hagelwetter entstehe, davon hat man bis jetzt noch keine wahrscheinlichen Gründe finden können.

Ueberhaupt ist der Hagel ein Phänomen, welches bis jetzt bey weitem noch nicht hat erkläret werden können.

Ueber die Grundgestalt der Hagelkörner oder der in freyer Luft gebildeten Eiskrystalle, hat **d'Antic** *) eine schöne Beobachtung gemacht. Nach **Romé de l'Isle** sind die Krystallisationen des Wassers gleichseitige Octaeder, nach **Hassenfraz** aber sechsseitige Prismen. Am 13ten Jul. 1788

 fand

*) Journ. de physique. Jul. 1783. und im gothaischen Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. VII. St. 1. S. 32. f.

fand d'Antic bey einem starken Hagelwetter des de l'Isle's Behauptung bestätiget. Die größten Hagelstücken besaßen keilförmige hervorspringende Ecken über 6 Linien lang, an welchen man deutlich die Enden vierseitiger, an ihren Seitenflächen verbundener Pyramiden erkannte. Daraus ließe sich schließen, daß jedes Hagelstück eine Zusammenhäufung von Octaedern sey, welche im Mittel mit ihren Spitzen zusammenlaufen. In den dicksten Stücken konnte man ganze Octaeder entdecken, unter welchen das schönste 14 Linien lang und 4 Linien breit war. Der Winkel an der Spitze der Pyramide ward 35° und der an der Vereinigung beyder Pyramiden 135° gefunden.

Die unregelmäßige Gestalt scheint also allein vom Zusammenfrieren mehrerer Krystalle und vom Zusammenschlagen herzurühren. Sonst glaubte man auch, daß wegen der schnellen Entziehung der Wärme die Wassertheile keine Zeit hätten, sich in regelmäßige Formen an einander zu legen.

Halbkugeln, Hemisphären (hemisphaeria, hémisphères). In der Sphärik wird erwiesen, daß die Ebene eines größten Kreises der Kugel dieselbe nicht nur, sondern auch ihre Oberfläche in zwey gleiche Theile theile, welche **Halbkugeln** genannt werden. Besonders merkwürdig sind die Halbkugeln, welche in der sphärischen Astronomie und in der Geographie durch den Horizont, den Aequator und den Mittagskreis entstehen.

Bey uns theilet der Horizont die scheinbare Himmelskugel in die **obere** und **untere** Hälfte ab, oder, welches einerley ist, in die sichtbare und unsichtbare. Auch auf der Erdkugel theilet der wahre Horizont, welcher allemahl durch den Mittelpunkt der Erde gehet, und mit dem Horizont der scheinbaren Himmelskugel concentrisch ist; für einen jeden Ort die Erde in die **obere** und **untere** Halbkugel ab.

Eben so theilet der Aequator sowohl die scheinbare Himmels- als auch die Erdkugel in zwey Halbkugeln ein, nämlich in die **nördliche** und in die **südliche**; und auf der Ober-

fläche

fläche der erstern liegt gerade in der Mitte der Nordpol, auf der andern der Südpol.

Der Mittagskreis irgend eines Ortes auf der Erdoberfläche theilet die Erd- und Himmelskugel ebenfalls in zwey Halbkugeln, nämlich in die **östliche** und **südliche** ab. Der Beobachter, welcher alsdann gerade gegen Mittag mit dem Auge gerichtet ist, hat bey uns zur Rechten die südliche und zur Linken die östliche Halbkugel. Auf der Mitte der Oberfläche der östlichen Halbkugel liegt der wahre Morgenpunkt, und auf der Mitte der Oberfläche der südlichen Halbkugel der wahre Abendpunkt für den Ort des Beobachters.

Endlich der größte Kreis aller dunkeln Himmelskörper unseres Sonnensystems, auf dessen Ebene die vom Mittelpunkt der Sonne auf selbige gedachte Linie senkrecht steht, theilet diese dunkeln Körper in die von der Sonne **erleuchtete** und **dunkele** Halbkugel ab. Weil aber die Sonne einen viel größern Halbmesser als alle übrige dunkele Himmelskörper hat, so erleuchtet sie von jedem dieser Körper etwas mehr als die Hälfte. Für unsere Erde erstreckt sich diese Erleuchtung über die Grenze des größten Kreises rings herum um 15 Minuten weiter.

Halbkugeln, magdeburgische (hemisphaeria magdeburgica, hémisphères de Magdebourg) sind zwey kupferne oder messingene hohle Halbkugeln, deren Ränder der Oeffnungen genau an einander passen, und aus welchen in diesem Zustand die innere befindliche Luft vermittelst einer Luftpumpe ausgepumpet werden kann. **Otto von Guerike** war der Erfinder derselben. Seine ersten Halbkugeln hatten zusammen einen Durchmesser von 0,67 einer magdeburger Elle. An einer derselben befand sich ein Hahn, durch welchen man die Communikation der innern und äußern Luft nach Gefallen aufheben und wiederherstellen konnte. Ringsherum waren Rinken angebracht, um Seile durchzuziehen, und Pferde daran zu spannen. Zwischen die auf einander passenden Ränder der Halbkugeln wurde ein mit Wachs und Terpentin getränkter lederner Ring geleget

Nach-

Nachdem nun **Otto von Guerike** diese beyden Halbkugeln genau an einander geleget, und vermittelst des geöffneten Hahnes die Luft aus seiner Luftpumpe herausgezogen hatte, so waren nach verschlossenem Hahne die beyden Halbkugeln vom äußern Drucke der Luft so stark gegen einander gepreßt, daß 16 Pferde dieselben nur mit Mühe von einander zerren konnten, wobey ein Knall wie ein Büchsenschuß entstand. Wurde im Gegentheil der Hahn so geöffnet, daß der innere Raum mit der äußern Luft in Verbindung war, so konnten sie sehr leicht von jedermann aus einander genommen werden. Den Druck der äußern Luft auf die Fläche des größten Kreises einer jeden Halbkugel berechnet **Otto von Guerike** auf 2686 Pfund, welches aber zu groß ist; denn er nahm die Luftsäule, welche mit dem Druck der Atmosphäre das Gleichgewicht hält, auf 20 Ellen hoch an, da doch ihre Höhe nur 32 rheinl. Fuß beträgt. Außerdem war auch der innere Raum nicht ganz luftleer, und es hätte folglich der innere Gegendruck der zurückgebliebenen Luft müssen abgezogen werden. Da an jeder Seite 8 Pferde angespannt waren, so hätte jedes Pferd 336 Pfund Kraft anwenden müssen. Allein dieß ist offenbar zu viel, da man für die Kraft eines Pferdes im horizontalen Zuge nicht mehr als etwa 170 Pfund rechnen kann. Es wäre folglich ganz unmöglich gewesen, die Halbkugeln durch 16 Pferde aus einander zu reißen, wenn des **Otto von Guerike** Rechnung richtig und der innere Raum völlig luftleer gewesen wäre. Auch brachte er diese beyden Kugeln an ein hinlänglich starkes Gestelle in seinem Hofe an, wo sie einige Centner Gewichte tragen konnten, ohne von einander zu gehen.

Nachher ließ er sich noch zwey größere Halbkugeln verfertigen, welche zusammen im Durchmesser eine Elle hatten und welche von 24 bis 30 Pferden nicht von einander gerissen werden konnten.

Diese Versuche machte **Otto von Guerike** bereits im Jahre 1654 auf dem Reichstage zu Regensburg, in Gegenwart des Kaisers Ferdinand III und vieler Reichsfürsten,

sten, wodurch die Erfindung der Luftpumpe allgemein bekannt wurde, und die Lehre vom Drucke der Luft größere Erweiterungen erhielt.

M. s. Ottonis de Guerike experimenta noua magdeburgica de vacuo spatio. Amstel. 1672. fol. lib. III. cap. 23. 24. 25. **Wolfs** nützliche Versuche Th. I. cap. 5. §. 115 u. f.

Halbleiter, unvollkommene Leiter der Electricität, schlechte Leiter (conductores electricitatis deterioris conditionis, conducteurs imperfaits) sind solche Materien, welche die Elektricität mit Schwierigkeit leiten, und annehmen. Die Grenzen der elektrischen und unelektrischen Körper laufen so in einander, daß es manche Körper gibt, welche eben so unvollständige Leiter als Nichtleiter, und eben diese **Halbleiter** sind. Dahin gehören trockenes, nicht gedörrtes Holz, trockene und reine Marmor- und Alabasterplatten, Elfenbein, Chalcedon, Achat, Pergamen, Papier u. s. f. Vorzüglich merkwürdig sind die Halbleiter durch die Erfindung des Condensators der Elektricität geworden. M. s. **Condensator der Elektricität.**

Halbmetalle (semimetalla, demi-metaux). Hierunter versteht man Metalle, welche sich nicht strecken und dehnen lassen, sondern spröde sind. Man rechnet hierzu Spiesglanz, Nickel, Arsenik, Kobalt, Wismuth, Molybdän, Braunsteinmetall und Wolframmetall.

Die Eintheilung der Ganz- und Halbmetalle ist nicht gut statthaft und die Benennung nicht gut gewählt. Denn es fließen die Grade der Geschmeidigkeit so unmerklich in einander über, daß sich keine Grenzlinie eigentlich festsetzen läßt, wo die Ganzmetalle aufhören, und die Halbmetalle anfangen. Außerdem kommt es auf das Mehr oder Weniger der äußern Kraft an, welche zum Dehnen, Drucken, Fletschen oder Hämmern angewendet wird, mithin auf etwas ganz Unbestimmtes, und die meisten unter den so genannten Halbmetallen lassen sich im Zustande ihrer Reinigkeit wenigstens in geringer Masse fletschen. M. s. **Metalle.**

Halbsäuren, m. s. Säuren.

Halbschatten (penumbra, pénombre). Wenn man für sich leuchtende Körper nicht als Punkte betrachten kann, sondern welche eine merkliche Größe besitzen, so sind die Schatten, welche dunkele von ihnen erleuchtete Körper denselben gegenüber werfen, nicht ganz genau begrenzt, sondern sie gehen vielmehr ganz allmählig von der dunkelsten Stelle ins Helle über. Eben dieser Streif, welcher von der dunkelsten Stelle des Schattens bis zum ganz Hellen sich erstreckt, wird der **Halbschatten** genannt.

Man nehme an, es sey (fig. 90.) a b ein von der Sonne f l beschienenes senkrecht stehendes Objekt auf dem horizontalen Boden b d, so wird es der Sonne gegen über den Hauptschatten b c werfen. Wegen der scheinbaren Größe der Sonne erscheinet der Durchmesser derselben unter dem Winkel l a f = c a d, welcher etwa 32 Minuten beträgt, und es fällt daher auch ein Strahl f d von dem Punkte f der Sonne, welcher dem l gerade entgegengesetzet ist, am Ende des Objektes hinweg, und trifft den horizontalen Boden in d. Man sieht hieraus leicht, daß der Theil c d des wagrechten Bodens von c gegen d gerechnet an einem Theile der Sonne beschienen, in d selbst aber der Boden von der ganzen Sonnenscheibe beleuchtet werde. Mithin hört in d der Schatten ganz auf, und er geht folglich von der dunkelsten Stelle c an ganz allmälig bis zu d in völliges Licht über. So ist also c d die Länge des Halbschattens. Man kann diesen trigonometrisch berechnen; man hat nämlich in dem Dreyecke a b c

$$bc : ab = 1 : \text{tang}.c \text{ mithin } bc = \frac{ab}{\text{tang}.c} = \text{cot}.c.ab$$

und in dem Dreyecke a b d

$$bd : ab = 1 : \text{tang}.d, \text{ und } bd = \frac{ab}{\text{tang}.d} = \text{cot}.d.ab$$

also $cd = bd - bc = (\text{cot}.d - \text{cot}.c)\, ab$

$$= (\text{cot}.d - \text{cot}\,(d + cad))\, ab.$$

Der

Der Werth dieser Differenz, d. i. die Länge des Halbschattens, wird beständig wachsen, wenn der Winkel d, folglich die Höhe der Sonne vom Horizonte abnimmt, und er wird unendlich groß, wenn d = o wird. Nimmt man d = 45°, so findet man aus den trigonometrischen Tafeln cot. 45° = 1, und cot. (45° + 32') = 0,9815543, mithin cot. 45° — cot. (45° + 32') = 0,0184457 noch nicht völlig $\frac{1}{10}$. Wenn also die Länge des Körpers ab nicht sehr groß ist, so würde auch die Länge des Halbschattens eben nicht groß in Betrachtung kommen, wenn die Höhe der Sonne über dem Horizont nicht unter 45° beträgt. Tritt aber dieser Fall ein, so nimmt die Länge des Halbschattens auch sehr schnell zu. Man sieht hieraus, daß der Mittag die schicklichste Zeit für Messungen von Höhen vermittelst des Schattens ist, weil sonst dieser durch den Halbschatten sehr unsicher gemacht wird.

Der Sonne gegen über werfen die dunkeln Körper, als z. B. die Erde (fig. 72.) den Schatten c g d, welcher rings herum mit einem Halbschatten umgeben ist. Dieser Halbschatten begreift alle die Stellen, welchen nur ein Theil der Sonne vom dunkeln Körper verdecket wird. Nahe am ganzen Schatten, z. B. an l oder n, ist die Dunkelheit groß, und nimmt allmählig ab bis in k oder i, wo der Halbschatten wieder in völliges Licht übergehet. Der Halbschatten der Erdkugel ist ein vorzügliches Hinderniß, die Mondfinsternisse genau zu beobachten. **De la Hire** *) hat Untersuchungen über die Grade der Dunkelheit in verschiedenen Stellen des Halbschattens angestellet.

Die Erfahrungen in Ansehung des Halbschattens stimmen aber nicht mit der geometrischen Theorie überein, indem die Beugung derjenigen Lichtstrahlen, welche an den Rändern der dunkeln Körper vorbeygehen, den Halbschatten begrenzen. So sollten z. B. nach der Theorie die Halbschatten von beyden Seiten eines Cylinders an der Sonne erst in einer Entfernung von 107 Dicken des Cylinders in der Mitte des vollen

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1711.

vollen Schattens zusammen kommen, weil die Cotangente von 32′ = 107,42 ist; nach den Versuchen des **Maraldi** *) aber kommen sie schon in einer Entfernung von 38 bis 45 Dicken zusammen. **Maraldi** nennt dieß den **falschen Halbschatten**.

Halonen s. **Höfe um die Sonne und den Mond.**

Hammerschlag s. **Eisen.**

Hart (durum, dur). Dieses Wort drückt eigentlich einen bloß relativen Begriff aus, indem es in der Natur keinen absolut harten Körper gibt, und man nennt daher einen Körper **hart**, welcher zur Trennung seiner Theile eine beträchtliche Kraft erfordert. Nach dem atomistischen Systeme müßte man freylich die so genannten Atomen als absolut hart annehmen, so daß also sogar keine unendliche Kraft dieselben weiter theilen könne, wiewohl dieß nur Hypothese ist, welche durch keine einzige Erfahrung bewiesen werden kann: nach dem dynamischen System aber kann es gar keine Atomen geben, denn die Möglichkeit der Materie beruht nach dieser Lehre bloß auf anziehenden und zurückstoßenden Kräften, welche unendliche Grade zulassen, über und unter welchen immer noch andere gedacht werden können; daher findet mit diesem System gar keine absolute Härte irgend einer Materie Statt, weil man sich eine Kraft gedenken kann, die sie in Theile zu theilen vermag, mithin ihre Theile von einander trennen kann.

Was den Grund der Härte der Körper betrifft, so ist dieser so leicht nicht anzugeben, als man gemeiniglich glaubt. Sie kann unmöglich aus dem Zusammenhange ihrer Theile allein hergeleitet werden. Denn flüssige Materien hangen in ihren Theilen vielleicht stärker als die eines harten Körpers zusammen, und gleichwohl können die Theile jener so leicht an einander verschoben werden, welches bey diesem nicht Statt findet. Harte Körper erfordern also außer dem Zusammenhange ihrer Theile noch einen andern Erscheinungsgrund, d. h., der Zusammenhang ihrer Theile kann nicht ursprünglich, sondern er muß abgeleitet seyn.

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1723.

Harze (resinae, résines) sind verbrennliche in dem Wasser unauflösliche, wohl aber im Weingeist auflösliche Substanzen, welche aus verschiedenen Pflanzen von selbst hervorquellen, an der Luft verhärten, und in der Wärme zergehen und wieder flüssig werden, so daß sie sich in dünne Fäden ziehen lassen. Die Harze unterscheiden sich wesentlich von den eigentlichen Gummi's darin, daß jene nicht, wohl aber diese im Wasser sich auflösen, und jene in der Flamme sich leicht entzünden lassen, welches aber diese nicht thun, ob man sie gleich verbrennen kann.

Die Harze machen einen nähern Bestandtheil verschiedener Theile der Gewächse aus, so daß die verschiedenen Theile ein und der nämlichen Pflanze das Harz in ungleicher Menge enthalten. Besonders trifft man es im Holze, den Wurzeln und Knoepen mehrerer Gewächse am häufigsten und reinsten an, aus welchen man es auch durch Kunst vermittelst des Weingeistes ausscheiden kann. Mehrere Harze werden auch nach einem hergebrachten Sprachgebrauche Gummi's genannt. Die gebräuchlichsten Harze sind das Pech, das Colophonium, der Mastix, der Sandarac, das Gummi Elemi, das Tacamahac, das Benzoe, das Gummi Anime, der Kopal, das Olibanum, das Quajac, das Drachenblut, das Ladanum und das Schellack. Der Gebrauch dieser Harze ist mannigfaltig zur Verpichung der Fässer, Schiffe und Kähne, zur Arzeney, zum Räuchern, zu Nichtleitern in verschiedenen Absichten beym elektrischen Apparat u. s. f.

Die bey der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre noch flüssigen Harze nennt man **natürliche Balsame**. M. s. **Balsame, natürliche**.

Die Harze lassen sich wegen des sehr starken Aufblehens im Feuer mit Schwierigkeit einer trockenen Destillation unterwerfen, der man aber doch durch Beimischung von Sand und durch behutsame Regierung des Feuers ziemlich abhelfen kann. Hierbey erhält man alsdann sehr viel brennbares und kohlensaures Gas und dann anfangs etwas weniges wesentliches Wasser, wenigen sauren Geist, desto mehr brenz-

liches Oel, welches anfänglich noch den Geruch des Harzes hat, zuletzt aber immer dunkeler, schwärzer und endlich ganz pechartig übergehet. Der Rückstand der Harze ist Kohle, welche leicht, schwammicht, glänzend ist, und sich schwer einäschern läßt. Sie enthält kein feuerbeständiges Alkali. Diese Produkte zeigen also, daß die Bestandtheile der reinen Harze der Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff sind, zu welchen, nach dem phlogistischen Systeme, noch Brennstoff gesetzet wird.

Das so genannte **elastische** oder **Federharz** (resina elastica, Caoutchouc) entsteht durch Eintrocknung eines milchweißen Saftes, welcher in Guiana, Quito, Cayenne, und Isle de France aus dem Baume **Heve** läuft *).

Von diesen Harzen unterscheidet man noch die **Gummiharze** oder **Schleimharze** (gummi-resinae). Diese besitzen das äußere Ansehen der Harze, sind aber kaum merklich oder gar nicht durchsichtig, und lösen sich so wenig im Wasser als im Weingeiste vollkommen auf. Sie sind gummiartig und harzig zugleich, jedoch ist das Verhältniß beyder Bestandtheile verschieden. Hierher gehören das Ammoniakgummi, das Opoponax, das Scammonium, das Bdellium, die Myrrhe, das Euphorbium, das Galbanum, die Gummigutte, der stinkende Asand oder der Teufelsdreck, das Epheuharz, der Storax, das Carannagummi, die Saracocolla.

M. s. **Gren** Handbuch der gesammten Chemie; **Th. II.** Halle 1794. 8. §. 1173 f.

Harzelektricität, negative oder **Minus-Elektricität** (electricitas resinosa s. negatiua, électricité résineuse ou negative) ist diejenige Elektricität, welche im gemeinen Harze oder Pech, Siegellack u. s. f. durch Reiben mit der Hand, Leder, Flanell, Katzenbalg u. dergl. erreget wird. **Dü Fay** entdeckte zuerst, daß diejenige Elektricität, welche man im platten Glase durchs Reiben mit eben die-

*) *Juliaans* diss. de resina elastica cayennensi. Traj. ad Rhen. 1780. 4. im Ausz. in den leipz. Sammlung. zur Physik und Naturgeschichte. B. II. St. 6.

diesen Substanzen erhält, der entgegengesetzet ist, welche im Harze erreget worden, so daß ein elektrisirter Körper, welchen das geriebene Harz anzieht, in eben diesem Zustande das geriebene platte Glas abstößt. Die Benennung Harzelektricität ist aber eine unschickliche, wie schon unter dem Artikel **Glaselektricität** ist gezeiget werden. Diejenigen, welche nur eine einzige elektrische Materie annehmen, erklären die Harzelektricität aus dem Mangel dieser Materie, und belegen sie daher mit dem Nahmen der negativen oder Minus Elektricität. Herr Hofrath **Lichtenberg** gebrauchet hierzu das sehr schickliche Zeichen — E. M. s. den Artikel **Elektricität.**

Hauptgegenden, Cardinalpunkte (plagae cardinales, cardines mundi, points cardinaux) sind die vier Punkte, in welchen der Horizont vom Aequator und dem Mittagskreise eines Ortes geschnitten wird. Weil der Mittagskreis auf dem Aequator senkrecht ist, und alle drey Kreise größte Kreise sind, so wird der Horizont durch diese vier Punkte in vier gleiche Bogen oder Quadranten zertheilet. Der Mittags- und Mitternachtspunkt sind die beyden Durchschnittspunkte des Mittagskreises mit dem Horizonte. Der Mitternachtspunkt liegt bey uns nach der Gegend des sichtbaren Poles hin und diesem gerade gegen über der Mittagspunkt. Die gerade Linie vom Mittagspunkte zum Mitternachtspunkte heißt alsdann die Mittagslinie. Die beyden Durchschnittspunkte des Horizontes mit dem Aequator aber bestimmen die Morgen- und Abendpunkte. Hat ein Beobachter sein Gesicht gegen den Mittagspunkt gewendet, so liegt ihm bey uns der Abendpunkt zur Rechten, der Morgenpunkt zur Linken und der Mitternachtspunkt im Rücken. Diese vier Punkte heißen auch **Süd, Ost, Nord** und **West**, wiewohl man auch unter diesen Nahmen die um sie herum liegenden Gegenden der Himmelskugel verstehet. M. s. **Weltgegenden.**

Hebel (vectis, lévier). Wenn man sich an einer festen, unbeugsamen Verbindung von Körpern drey Punkte vorstellen

kann, um deren einen sich die ganze Verbindung frey drehen läßt, an den beyden andern aber zwey Kräfte in Ansehung ihrer Wirkung einander entgegengesetzet sind, so heißt diese Verbindung ein **Hebel**. Ein Beyspiel gibt der Wagebalken einer gemeinen Wage, in dessen Mitte die Umdrehung geschiehet, und an dessen beyden Enden die Wagschalen an den Schnüren hängen, in welchen die Gewichte den Balken nach entgegengesetzter Richtung zu drehen streben. Uebrigens läßt sich die Anordnung einer jeden Maschine bloß aus der Theorie der Hebel beurtheilen, mithin ist der Hebel das erste und wichtigste mechanische Werkzeug, von welchem selbst die gütige Natur so vielen Gebrauch gemacht hat.

Wenn man von aller Materie und derselben Schwere abstrahiret, und sich bloß diese drey Punkte durch Linien verbunden vorstellet, so nennt man diese Verbindung einen **mathematischen Hebel**, und wenn diese drey Punkte in einer geraden Linie liegen, einen **geradlinigen mathematischen Hebel**. Der Punkt, um welchen sich die unbiegsame Linie drehet, wie (fig. 91.) c, heißt der **Ruhepunkt**, auch **Bewegungs-** oder **Umdrehungspunkt** (centrum motus, point d'appui). Die Kräfte, welche an dem Hebel auf eine entgegengesetzte Art wirken, heißen nach ihrer verschiedenen Bestimmung **Kraft** und **Last**, welche man sich auch als ziehende Gewichte vorstellen kann. Wenn der Ruhepunkt des Hebels zwischen den Punkten a und b, woran die Gewichte befestiget sind, oder auch zwischen der Last und Kraft liegt, so heißt er ein **Hebel der ersten Art, doppelarmiger Hebel** (vectis heterodromus); wenn aber die Last und Kraft an einer Seite des Ruhepunktes am Hebel angebracht sind, wie (fig. 92.) in a und b, so heißt er ein **Hebel der andern Art** oder ein **einarmiger Hebel** (vectis homodromus). Beym Hebel der andern Art haben einige noch zwey Gattungen angegeben, die eine, wo die Last zwischen der Kraft und dem Ruhepunkte und die andere, wo die Kraft zwischen der Last und dem Ruhepunkte angebracht ist, wiewohl man nicht nöthig

thig hat, auf diesen Unterschied weitere Rücksicht zu nehmen, da es in der Anwendung doch nur auf gewisse Umstände ankömmt, welches als Kraft, und welches als Last gelten soll, in der Theorie aber beyde als entgegengesetzte Kräfte zu betrachten sind.

Das Gesetz der beyden Kräfte am geradlinigen mathematischen Hebel ist dieses: **wenn zwey Kräfte an selbigem nach ihrer ursprünglichen Richtung, d. i. senkrecht, auf denselben wirken, so sind sie im Gleichgewichte, wenn sie sich umgekehrt, wie die Entfernungen vom Ruhepunkte verhalten.**

Dieses Gesetz, auf welches sich die Statik und die ganze Maschinenlehre gründet, ist schon in den ältesten Zeiten bekannt gewesen. **Archimedes** [α]) bewies es bereits aus der Lehre vom Schwerpunkte. Diesen archimedeischen Beweis findet man mit einigen Aenderungen beym **Wolf** und andern ältern mechanischen Schriftstellern. **Archimedes** hatte zu zeigen sich bemühet, daß gar kein Grund vorhanden sey, warum der Hebel unter der Bedingung, welche das Gesetz ausdrückt, sich auf die eine Seite eher als auf die andere drehen sollte; daher er sich gar nicht drehe.

Daß aber dieser archimedeische Beweis Zweifeln unterworfen sey, hat schon **Barrow** erkannt. Es wird nämlich hierbey ohne Beweis angenommen, daß der Schwerpunkt einerley bleibe, man möge Körper verbinden oder trennen. **Cartesius** [β]) suchte daher die ganze Statik aus diesem Satze abzuleiten, daß die wahre Größe der bewegenden Kraft dem Produkte der Masse in ihre Geschwindigkeit gleich sey. Nimmt man an, daß sich der Hebel (fig. 93.) a b mit den Gewichten p und q um den Ruhepunkt c bis in die Lage e c d drehe, so verhalten sich die bewegten Massen wie p : q; die Geschwindigkeiten wie die in gleichen Zeiten durchlaufe-

α) De aequiponderantibus lib. I. prop. VI; in Archimedis opp. per *Isaacum Barrow* Lond. 1675. 4. imgl. Archimeds Kunstbücher verdeutscht von J. C. Sturm. Nürnb. 1670. fol. erstes Buch: von der Flächen Gleichgewichte.

β) Tract. de mechanica; in opuscul. posth. Amstel. 1701. 4.

laufenen Wege, oder wie die Bogen b d und a e. Da nun aber die beyden Sektoren c b d und c e a einander ähnlich sind, so verhalten sich die Bogen b d und a e wie die Halbmesser c b und a c, mithin ist auch c b : a c das Verhältniß der Geschwindigkeit. Demnach sind nach **Cartesens** Satze die Kräfte, womit sich p und q bewegen, wie p . c b : q . a c. Ist nun p : q = a c : c b, so folgt

$$p \cdot cb = q \cdot ac$$

oder die bewegenden Kräfte sind einander gleich, suchen aber den Hebel auf entgegengesetzte Seiten zu drehen, daher er nach dem allgemeinen Satze des Gleichgewichtes in Ruhe bleiben muß. So richtig auch der Beweis an sich ist, so scheint doch der von **Cartesen** angenommene Satz nicht genugsame Evidenz eines Grundsatzes zu haben.

Newton α) leitet das Gesetz des Gleichgewichtes am Hebel aus der Zusammensetzung der Kräfte her, und **Varignon** β) beweiset aus dieser Theorie seine ganze Statik und Mechanik. Allein **Johann Bernoulli** γ) sagt, man müsse vielmehr umgekehrt die Lehre von der Zusammensetzung der Kräfte von der Lehre des Hebels ableiten, wenn man keinen Cirkel im Schließen begehen wolle. Erst Herr Hofrath **Kästner** δ) gab für das Gesetz des Gleichgewichtes am Hebel einen völlig scharfen mathematischen Beweis, und fand nachher, daß auch schon **de la Hire** in seiner Mechanik einige ähnliche Betrachtungen angestellet hatte.

Der erste Satz, worauf die ganze Lehre der Hebel beruhet, ist folgender ganz evidente Grundsatz: wenn in der Mitte (fig. 91.) c des Hebels der ersten Art der Ruhepunkt sich befindet, und an beyden Seiten bey a und b gleiche Gewichte p und q hängen, so muß alles im Gleichgewichte seyn, folglich der Hebel ruhen. Denn weil alles auf der einen Seite des Punktes c wie auf der andern ist, so müßte aus

α) Princip. nat. mat. lib. I. axiom. 3. coroll. 2.
β) Nouvelle mécanique ou statique à Paris 1725. 4.
γ) Variae propos. mechanico-dynamicae; opp. Tom. IV. n. 177. §. V.
δ) Vectis et compositionis virium theoria euidentius exposita. Lips. 1753. 4.

aus demjenigen, woraus folgte, daß q sänke, auch folgen, daß p sänke, und beyden zugleich kann dieses nicht widerfahren. Weil nun nichts vorhanden, was diese beyden Gewichte p und q tragen kann: als die Unterlage bey c, so muß diese die völlige Last = 2 p = 2 q erhalten. Würde also an c ein Faden befestiget, an welchem eine Kraft 2 p = 2 q vertikal aufwärts zöge, so würde alles im Gleichgewichte seyn. Es sind also zwey gleich große Kräfte, welche am Hebel der ersten Art in gleichen Entfernungen vom Ruhepunkte nach ihrer ursprünglichen Richtung ziehen oder drücken, im Gleichgewichte, wenn sie den Hebel auf entgegengesetzte Art zu drehen streben.

Bey dem einarmigen Hebel stelle man sich nun vor, daß a c (fig. 92.) in der Mitte b unterstützet wäre und in a und c gleiche Gewichte p und v hiengen, so muß die Unterlage in dem Punkte b eine Gewalt ausstehen, welche = 2 p = 2 v ist; statt der Unterlage könnte auch in b ein Faden angebracht seyn, welcher vertikal mit einer Kraft 2 p = 2 v = r aufwärts zöge. Nähme man nun das Gewicht v bey c weg, so müßte der Punkt bey c zu steigen anfangen, wenn nicht bey c etwas anders angebracht würde, welches hinderte, daß p nicht sinken könnte. Gesetzt nun, der angebrachte Widerstand bey c könnte mehr ausstehen, als nöthig wäre, das Gewicht p zu erhalten, so leidet er genau doch nur so vielen Gegendruck, als der Punkt c Kraft anwendet, sich zu heben, d. h. wenn c von gar keiner Kraft in die Höhe getrieben würde, so leidet auch der Widerstand genau so vielen Druck, als die Kraft = p wirkt. Dieß letztere findet nun Statt, wenn p bey a niederwärts und r = 2 p bey b aufwärts ziehet, und bey c statt der Kraft v ein Widerstand angebracht wird. Weil nun dieser Widerstand bey c genau so vielen Gegendruck leidet, als das Gewicht v = p beträgt, so muß alles einerley bleiben, es mögen die Gewichte p, v und die Kraft r = 2 p = 2 v am Hebel angebracht seyn, oder es mögen p und r ungeändert bleiben, und statt v der erwähnte Widerstand angebracht werden. In dem ersten Falle

ist nun alles im Gleichgewichte, also muß es auch im zweyten seyn.

Wenn man nun diesen einarmigen Hebel jenseit des Ruhepunktes c so weit verlängert, daß $cd = cb = \frac{1}{2} ac$, so wird, wenn das an d hangende Gewicht $q = 2p$ ist, alles am Hebel im Gleichgewichte seyn, folglich dieser ruhen. Ziehet nämlich p niederwärts und $r = 2p$ vertikal aufwärts, und in c ist ein Widerstand angebracht, welcher hindert, daß der Punkt c nicht steigen kann, so sind nach dem Vorigen p und r im Gleichgewichte. Nimmt man nun $cd = cb$, hängt an d ein Gewicht $q = r = 2p$; an b ein Gewicht $f = r = q = 2p$, und bringt in c eine Unterlage an, so sind alle vier Gewichte im Gleichgewicht. Für sich sind aber r und f im Gleichgewichte, also müssen auch p und q im Gleichgewichte bleiben, wenn die Gewichte f und r weggenommen werden. Auf die Unterlage c drückt nun ein Gewicht, welches der Summe der Gewichte $p + q = 3p$ gleich ist; statt der Unterlage könnte also ein Faden mit einer Kraft $t = 3p$ vertikal aufwärts ziehen, und alles würde noch wie zuvor im Gleichgewichte bleiben. Nehme man nun das Gewicht q weg, und brächte in d einen Widerstand an, welcher stark genug wäre, das Gewicht p zu erhalten, so würde auch hier noch alles im Gleichgewichte bleiben. Es erhält demnach ein Hebel der andern Art die einfache Kraft p in der dreyfachen Entfernung da die dreyfache Kraft t in der einfachen Entfernung cd vom Ruhepunkte d im Gleichgewichte.

Wenn nun überhaupt eine Kraft (fig. 94.) $r = \mu . p$ mit der Entfernung db vom Ruhepunkte d angebracht mit der Kraft p in der Entfernung $\mu . db = ad$ angebracht das Gleichgewicht hält, so ist auch eine Kraft $f = (\mu + 1) p$ in der Entfernung $db = bc$ mit der Kraft p in der Entfernung $ab = (\mu + 1) db$ im Gleichgewichte, es mag μ eine ganze Zahl bedeuten, welche man will. Wenn nämlich $r = \mu . p$ und $ad = \mu . db$ ist, so trägt die Unterlage bey d die Summe der Gewichte $r + p = (\mu + 1) p$. Würde also statt der Unterlage bey d eine Kraft $f = (\mu + 1) p$ angebracht,

welche

welche vertikal aufwärts zöge, so müßten p, f und r noch im Gleichgewichte bleiben. Statt der Kraft r könnte man auch in dem Punkte b einen Widerstand anbringen, welcher stark genug wäre, daß sich der Punkt b nicht heben, und die Kraft p nicht sinken könnte; mithin wären p in der Entfernung $ab = (\mu + 1)\,db$ von der Unterlage b mit $f = (\mu + 1)\,p$ in der Entfernung db am Hebel der andern Art im Gleichgewichte. Nimmt man nun $bc = db$, und hängt das Gewicht f in c am Hebel der erstern Art ac, so ist auch noch p in der Entfernung $ab = (\mu + 1)\,db$ mit $f = (\mu + 1)\,p$ in der Entfernung $bc = db$ im Gleichgewichte. Wenn folglich des größern Gewichtes Entfernung vom Ruhepunkte in des kleinern Gewichtes Entfernung so viel Mahl enthalten ist, als das kleinere Gewicht p in dem größern f, so muß der Hebel ruhen. Es ist nämlich dieser Satz wahr, wenn $f = 2p$, also ist er auch wahr, wenn $f = 3p$, deßwegen gilt er auch, wenn $f = (3 + 1)\,p = 4p$ u. s. f. also überhaupt für $f = \mu . p$, die ganze Zahl μ mag seyn, welche sie will.

Hieraus folgt demnach unläugbar das Gesetz: wenn am Hebel das Verhältniß der Last zur Kraft mit dem verkehrten Verhältnisse der Entfernungen vom Ruhepunkte einerley ist, so halten beyde einander am Hebel das Gleichgewicht.

Aus der Proportion $p : q = bc : ab$ folgt, daß $ab . p = bc . q$ seyn müsse, d. h. wenn Last und Kraft am Hebel im Gleichgewicht sind, so muß das Produkt der Last in ihre Entfernung dem Produkte der Kraft in ihre Entfernung vom Ruhepunkte gleich seyn. Diese Produkte nennt man die **Momente** oder **Abwage** der Last und der Kraft. Demnach erhalten Last und Kraft einander im Gleichgewichte, wenn ihre Momente gleich sind, oder wenn sie gleiche Abwage haben.

Aus diesem angeführten Gesetze wird es nun leicht seyn, den Ort der Unterlage eines Hebels für das Gleichgewicht zu finden, wenn die Länge des Hebels nebst den beyden an selbigen angebrachten Kräften p und q gegeben sind. Beym Hebel der ersten Art (fig. 92.) hat man $p . ac = q . dc$. Da nun $cd = ad - ac$, so ist $q . dc = q\,(ad - ac) =$

$q . ad - q . ac = p . ac$, mithin $(p + q)\, ac = q . ad$, und $ac = \frac{q . ad}{p + q}$, d. h. man multipliciret das Gewicht q mit der Länge des Hebels ad, und dividiret dieses Produkt durch die Summe der Gewichte p und q, der Quotiente gibt die Entfernung des Gewichtes p von der zu suchenden Stelle der Unterlage. Setzt man z. B. die Länge des ganzen Hebels = 6′, p = 2 Pfund, und q = 12 Pfund, so ist $ac = \frac{12 . 6}{12 + 2} = \frac{72}{14} = 5\frac{1}{7}$ Fuß.

Beym Hebel der zweyten Art (fig. 94.) sind ad, p und ſ gegeben, und man sucht b. Es ist $ab . p = db . ſ$, weil aber $ab = ad + db$, mithin $ab . p = (ad + db)\, p = p . ad + p . db = db . ſ$, so ergibt sich $db\,(ſ - p) = ab . p$, und $db = \frac{ab . p}{ſ - p}$, d. h. man multiplicire die Länge ab mit dem Gewichte p, und dividire dieses Produkt durch die Differenz der beyden Gewichte ſ und p, der Quotiente ist die Länge db, wodurch also die Stelle b bestimmt wird.

Wenn der im Gleichgewichte stehende Hebel beweget wird, so verhalten sich die Wege, welche die Last und die Kraft durchlaufen umgekehrt wie diese beyden Kräfte. Hat nämlich der Hebel die Lage (fig. 93.) ecd bekommen, so ist der Weg der Last q = ae und der Weg der Kraft p = db. Da nun bcd ähnlich ace, so ergibt sich $bd : ae = cb : ac$; aber $cb : ac = q : p$, mithin $q : p = bd : ae$. Ein Pfund z. B. welches 6 Pfund beweget, muß 6 Fuß durchlaufen, wenn 6 Pfund nur einen Fuß durchlaufen, also muß es sich 6 Mahl so geschwind bewegen. Je kleiner also die Kraft in Vergleichung mit der Last ist, die von jener in Bewegung gesetzet wird, desto größer muß auch die Geschwindigkeit der Kraft seyn, oder, wie man dieß gewöhnlich ausdruckt, so viel man an Kraft gewinnt, so viel verliert man an Geschwindigkeit. Ueberhaupt bleibt dieß ein all-

allgemeines Gesetz der Maschinenlehre, je geringer die an der Maschine angebrachte Kraft ist, um mit selbiger eben die Last zu bewegen, desto geringer ist auch die Geschwindigkeit der Last.

Wenn die Wirkungen der am Hebel angebrachten Kräfte nicht, wie bisher ist angenommen worden, nach senkrechten, sondern nach schiefen Richtungen geschehen, so nehme man an, die Kraft (fig. 95.) p an dem Hebel ab ziehe unter dem schiefen Winkel abc. Zieht man nun aus dem Ruhepunkte a auf die Richtung der Kraft bc die senkrechte Linie ac, und gedenket sich, daß das rechtwinklige Dreyeck abc um den Punkt a gedrehet werden könne, so wird die Kraft p an ac angebracht mit dem Momente p.ac wirken. Sobald sich aber ca drehet, drehet sie zugleich das ganze rechtwinklige Dreyeck cab eben so stark mit, daher auch die Linie ab. Mithin ist das Moment, womit sie auf die Umdrehung von ba wirkt, ebenfalls = p.ac. Der Erfolg aber ist gleich, es mag die Kraft p an c angebracht und durchs Dreyeck abc mit b verbunden, oder es mag diese unmittelbar an b angebracht seyn, und nach der Richtung bc ziehen. Folglich wird das Moment für den schiefen Zug bc an b durch das Produkt der Kraft p in die aus dem Ruhepunkte auf die Richtung der Kraft senkrecht gezogene Linie ca ausgedrückt. Nimmt man überhaupt die aus dem Ruhepunkte auf die Richtungslinie der Kraft senkrecht gezogene Linie für die Entfernung der Kraft von dem Ruhepunkte an, so wird auch für den schiefen Zug das Moment der Kraft dem Produkte der Kraft in die Entfernung gleich, und so gelten alle für den senkrechten Zug bewiesene Sätze auch für den schiefen.

Es sey (fig. 96.) ab ein doppelarmiger Hebel, c der Ruhepunkt, und die Richtungen der Kräfte, welche am Hebel wirken, ad und be, so werden die aus dem Ruhepunkte c auf diese Richtungen gezogenen senkrechten Linien die Linien cd und cf seyn, und es folget das Gleichgewicht, wenn p.q = cf:cd, mithin p.cd = q.cf ist. Wären

ren also am einarmigen Hebel (fig. 95.) die beyden Kräfte an dem gemeinschaftlichen Punkte b angebracht, und wirkten nach den schiefen Richtungen b c und b e, so kann nur alsdann das Gleichgewicht erfolgen, wenn p : q = e a : a c, folglich p . a c = q . e a ist. Wenn die Kraft r (fig. 96.) auf dem Hebelarm c b senkrecht ist, und mit p das Gleichgewicht hält, so ist r : q = c f : b c, d. h. wie der Sinus des Winkels c b f zu dem ganzen Sinus. Daraus folgt, daß eine Kraft, welche am Hebel senkrecht wirkt, mehr vermag, als wenn sie nach einer schiefen Richtung wirkt.

Alle diese bisher bewiesenen Sätze gelten auch von den Winkelhebeln oder gebrochenen Hebeln, so wie auch von krummlinigen Hebeln. Unter einem **Winkelhebel** versteht man einen ebenen Winkel (fig. 97.) a c b, dessen Seitenlinien a c und b c unbiegsame gerade Linien ohne Schwere, in der Spitze c also befestiget sind, daß wenn der eine Schenkel um c gedrehet wird, der andere zugleich mit in Bewegung kömmt. Die beyden Schenkel c a und c b, an deren Enden zwey Kräfte p und q, welche denselben auf entgegengesetzte Art zu drehen streben, so angebracht werden können, daß sie einander das Gleichgewicht halten können, heißen die **Arme des Hebels**.

Wenn an den Armen eines Winkelhebels zwey gleiche Kräfte p und q in gleichen Entfernungen vom Ruhepunkte c senkrecht auf dieselbe wirken, und den Hebel auf entgegengesetzte Art zu drehen streben, so halten sie einander das Gleichgewicht. Denn nach dem, was bereits bewiesen ist, folgt q . b c = p . a c.

Wenn die beyden Kräfte (fig. 98.) p und q an den Hebelsarmen b c und b a des Winkelhebels a b c nach den senkrechten Richtungen c p und a q angebracht sind, so erhalten sie einander im Gleichgewichte, wenn sie sich verkehrt wie die Hebelsarme verhalten. Man verlängere nämlich b c nach d, mache b d = a b, und lasse in d zwey Gewichte s = r = q nach gerade entgegengesetzten Richtungen auf d b senkrecht wirken, so können alsdann r und p einan-

der

der im Gleichgewichte erhalten, wenn p : r = db : bc. Weil nun r = f = q ist, so ist auch f mit q im Gleichgewichte und der ganze Hebel ruhet. Weil nun r und f für sich im Gleichgewichte sind, so muß auch q mit p im Gleichgewichte seyn, wenn p : q = ab : bc.

Gesetzt die Richtungen der Kräfte p und q wirken auf die Hebelsarme des Winkelhebels (fig. 99.) abc unter schiefen Winkeln, so ziehe man auf die Richtungslinien ad und ce der Kräfte q und p, die senkrechten Linien bd und be, und lasse nach den Richtungen dq und ep die Kräfte f = q, und r = p ziehen, so sind f und q, so wie r und p im Gleichgewichte. Soll nun r mit f im Gleichgewichte seyn, so wird erfordert, daß f : r = be : db, also auch q . p = be : db, d. h., q ist mit p im Gleichgewichte, wenn sich q zu p verhält umgekehrt, wie die Entfernung der Richtungslinie der Kraft p zur Entfernung der Richtungslinie der Kraft q vom Ruhepunkte b des Winkelhebels abc.

Hieraus folgt also, daß auch bey den Winkelhebeln zwey Kräfte im Gleichgewichte sind, wenn ihre Momente gleich sind, und umgekehrt. Denn aus der Proportion q : p = be : db ergibt sich q . db = p . be.

Wenn die gerade Linie ac (fig. 100.) um den festen Punkt c beweglich ist, in einem andern Punkte a dieser Linie aber die Kräfte p und q nach den Richtungen ap und aq in der Ebene der geraden Linie ac wirken, so muß das Gleichgewicht alsdann bleiben, wenn sich die Kraft p zur Kraft q verhält, umgekehrt wie der Sinus des Winkels dac zum Sinus des Winkels cab. Denn wenn man aus dem Punkte c auf die Richtungslinien der Kräfte p und q die Linien cb und cd senkrecht ziehet, so stellt bcd einen Winkelhebel vor, auf dessen Hebelsarme cq und cd die Kräfte p und q nach entgegengesetzten Richtungen senkrecht wirken, und es findet das Gleichgewicht Statt, wenn p : q = cd : cb ist. Nimmt man nun ca als den Halbmesser eines Kreises an, so ist bc der Sinus des Winkels cab und cd der Sinus des Winkels cad; demnach wird alles im Gleichgewichte bleiben,

wenn

wenn p : q = sin. cad : sin. cab. Wäre der Punkt c nicht stark genug, um den Druck beyder Kräfte p und q auszuhalten, so muß er nach der Richtung ce als die Verlängerung von ac ausweichen. Es werden demnach auch beyde Kräfte p und q den Punkt a nach der Richtung ac drücken. Diese Richtung ac nennt man die **mittlere Richtung** der Kräfte p und q, und die Kraft, welche den Punkt a nach der Richtung ac so stark drückt, als beyde Kräfte p und q denselben nach eben dieser Richtung drücken, die **mittlere Kraft**, die Kräfte p und q aber die **Seitenkräfte**.

Wären also die Kräfte p und q nebst ihren Richtungen am Winkelhebel fcg gegeben, so läßt sich die mittlere Richtung dieser Kräfte auf folgende Art finden: man verlängere die Richtungslinie der Kräfte p und q, bis sie sich in dem Punkte a schneiden, so wird ac die mittlere Richtung seyn. Denn wenn man aus dem Ruhepunkte c des Winkelhebels fcg die Linien cd und cb auf die Richtungen der Kräfte senkrecht ziehet, so wird alsdann alles im Gleichgewichte bleiben, wenn p : q = cd : cb. Für den Halbmesser ac ist aber bc der Sinus des Winkels bac und cd der Sinus des Winkels cad, mithin ist auch fürs Gleichgewicht p : q = sin. bac : sin. cad, und der Punkt a, welcher dem Drucke der beiden Kräfte p und q ausgesetzt ist, kann nach keiner andern Richtung als nach ac drucken, d. h. es muß ac die mittlere Richtung der Kräfte p und q seyn.

Man sieht leicht ein, daß diese Sätze mit der Lehre von der Zusammensetzung der Kräfte in der genauesten Verbindung sind. Es ist nur noch nöthig zu erweisen, daß die Kraft, womit c gedrucket wird, der Linie ac proportional sey, um diese ganze Theorie aus der Lehre des Winkelhebels hergeleitet zu haben. Alsdann hat man auch daraus Stevins Satz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte. M. s. **Gleichgewicht**. Denn die Kräfte p und q und der Gegendruck der Unterlage c verhalten sich, wenn sie im Gleichgewichte sind, wie die drey Seiten des Dreyecks ahc oder aci, denen ihre drey Richtungen parallel sind.

Nähme

Nähme man also Stevins Satz, oder die Lehre von Zusammensetzung und Zerlegung der Kräfte als bereits erwiesen an, so läßt sich auch daraus umgekehrt die Theorie des Hebels ableiten und erweisen. So verfuhr, wie bereits oben ist angezeiget worden, **Newton** und **Varignon**. Allein es verdient offenbar die Methode den Vorzug, das Einfachere vorauszusetzen, und daraus das Zusammengesetztere herzuleiten, als die umgekehrte Methode anzuwenden. **D'Alembert** *) erweiset das Gesetz des Winkelhebels sehr glücklich aus dem Gleichgewichte zweyer gleichen und gerade entgegengesetzten Kräfte her; allein die Folge aus selbigem läßt sich nur auf eine gezwungene und indirecte Weise auf den geradlinigen Hebel anwenden, und es ist daher weit sicherer, die Theorie des Winkelhebels von der Lehre des geradlinigen abzuleiten, so wie es Herr Hofr. **Kästner** that.

Wenn das Gewicht des Hebels mit in Betrachtung gezogen wird, so heißt der Hebel ein **physischer**. Man kann sich vorstellen, daß derselbe ein Gewicht sey, welches im Schwerpunkte desselben vereiniget ist (m. s. **Schwerpunkt**); da alsdann der schwere Hebel als ein mathematischer betrachtet werden kann. Es sey (fig. 101.) ac der schwere Hebel, sein Gewicht $= \text{ſ}$, die Stelle des Schwerpunktes b, die Kraft p in a, die Last q in c, und d der Ort der Unterlage, so kann man nun den Hebel als einen mathematischen betrachten, an welchem drey Gewichte p, ſ und q hängen. Wären nun ſ, die Stelle des Schwerpunktes b, die Kraft p und der Ort d der Unterlage gegeben, so läßt sich die Last q fürs Gleichgewicht auf folgende Art finden: ein Theil von q wird schon mit dem Gewichte des Hebels im Gleichgewichte seyn; diesen setze man $= h$, den andern aber $= g$, so muß dieser Theil g mit p im Gleichgewichte seyn. Nun hat man $dc : db = \text{ſ} : h$ und $dc : da = p : g$, mithin $h = \frac{\text{ſ} \cdot db}{dc}$ und $g = \frac{p \cdot da}{dc}$, also auch $q = h + g = \frac{\text{ſ} \cdot db + p \cdot da}{dc}$.

Wäre

*) Traité de dynamique. à Paris 1743. 4.

Wäre z. B. die Schwere des Hebels $f = 6$ Pfund, $ad = 7'$, $dc = 1'$ und $p = 36$ Pfund; wäre ferner der Schwerpunkt b gerade in der Mitte des Hebels, also $bc = 4'$ und $bd = bc - bd = 4 - 1 = 3'$, so hat man $g + h = q = \frac{6.3 + 36.7}{1} = 252 + 18 = 270$ Pfund.

Aus der Gleichung $q = \frac{f.db + p.da}{dc}$ ergibt sich $q.dc = f.db + p.da$, d. h. die Summe der Momente an der einen Seite der Unterlage d ist mit dem Momente an der andern Seite gleich groß. Ist nun die Last q nebst den übrigen Stücken gegeben, so findet man durch Hülfe dieser Gleichung die Kraft p; es ist nämlich $q.dc - f.db = p.ad$ und $p = \frac{q.dc - f.db}{ad}$.

Sollte endlich die Unterlage des schweren Hebels ac gesuchet werden, wenn die Kraft p und die Last q nebst den übrigen Stücken gegeben sind, so suche man zuerst den Schwerpunkt für beyde Gewichte p und f; man hat nämlich $be = \frac{ab.q}{p + f}$, und es wird nun eben so gut seyn, als wenn in e ein Gewicht $r = p + f$ hienge. Weiter ist $ce = cb + be = cb + \frac{ab.p}{p + f}$; demnach $ce(p + f) = cb(p + f) + ab.p = (cb + ab)p + f.cb$, oder $ce(p + f) = p.ac + f.cb$, weil $cb + ab = ac$. Nun ist $cd = \frac{ce.r}{r + q} = \frac{ce(p + f)}{p + f + q}$, also auch $cd = \frac{p.ac + f.cb}{p + f + q}$. Nach dem vorigen Beyspiele wäre demnach $cd = \frac{36.8 + 6.4}{36 + 6 + 270} = \frac{288 + 24}{312} = \frac{312}{312} = 1'$.

Der Hebel ist das einfachste, und eben daher das vorzüglichste unter den Rüstzeugen. Die Friktion ist bey ihm sehr gering, und die angewandte Kraft kann daher beynahe

den

den nämlichen Effekt bewirken, welchen die Theorie gibt, das sich bey andern Maschinen nicht so verhält. Uebrigens ist der Gebrauch des Hebels zur Verstärkung der Kraft unzählbar. Fast bey allen Handarbeiten wird man bey geringer Aufmerksamkeit die Anwendung des Hebels auf keine Weise verkennen können. In seiner ganz einfachen Gestalt ist er unter dem Nahmen des **Hebebaums** bekannt, und eine andere vorzügliche Anwendung desselben ist die Wage. M. s. **Wage**.

Die größte Unbequemlichkeit, welche bey dem Gebrauche des Hebels Statt findet, ist, daß sich die Last auf keine beträchtliche Höhe heben läßt, indem sein kürzerer Arm nur Kreisbogen von einem sehr geringen Halbmesser beschreibet, und folglich die Last kaum um die Höhe eines solchen Halbmessers bringt. Um dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen, hat man besondere Einrichtungen erfunden, wo der Hebel abwechselnd auf höher liegenden Unterlagen zu ruhen kömmt, wobey zugleich die am Hebel befindliche Last nach und nach höher gebracht werden kann. Oder man versieht seinen kurzen Arm mit Bügeln, welche in eine gezahnte Stange eingreifen, und diese mehrere Mahl nach einander jedes Mahl um einen Zahn höher heben. Solchen mechanischen Vorrichtungen hat man den Nahmen **Hebladen** gegeben. Diese werden zum ersten Mahle von einem französischen Schriftsteller α) unter dem Nahmen lévier sans fin, und aus selbigem beym **Schwenter** β) sehr undeutlich angeführet, von **Leupold** γ) hingegen deutlich und ausführlich beschrieben. Besondere Hebladen, Bäume umzureissen und Wurzelstöcke aus der Erde zu bringen, haben **Böse** δ), **Polhem** ε) und **Silberschlag** ζ) beschrieben. Außer-

α) Récréations mathematiques. Rouen 1634. P. II. probl. 21.

β) Mathematische Erquickstunden. Nürnberg 1651. 4. Funfzehnter Theil 23 Aufg.

γ) Theatrum machinarum cap. V. Tab. 16. 17.

δ) Hebmaschine Götting. 1771. 8.

ε) Abhandl. der schwed. Akad. der Wissensch. XVIII. B. der Uebersetzung S. 129.

ζ) Closter-bergische Versuche. Berlin 1768. 6. Vers. S. 169.

Außerdem wird der Hebel im gemeinen Leben so häufig angewendet, daß man selbst nicht jederzeit darauf Acht hat, und ohne daß man das Gesetz desselben zu kennen braucht. So beruhet auf dem Gesetze des Hebels der Geißfuß der Maurer, die Messer, Scheren, Zangen, Hämmer, Schlüssel, Klinken an den Thüren, Bohrer, Ruder u. d. gl. In sehr vielen Fällen wird auch die Last so angebracht, daß seine Geschwindigkeit durch den Hebel vergrößert werden soll, alsdann ist die Last vom Ruhepunkte weiter entfernet, als die Kraft.

Auch die Muskeln der thierischen Körper wirken bey Bewegung der Glieder nach den Gesetzen des Hebels. Hierbey hat sich die Natur aber vorzüglich der einarmigen Hebel bedienet, bey welchen besonders die zu bewegende Last vom Ruhepunkte weiter entfernet liegt, als die wirkende Kraft. Hierdurch wird nothwendig bey einer geringen Bewegung der Kraft eine große Geschwindigkeit der Last zu Wege gebracht, obgleich die Kraft um ein Beträchtliches größer als die zu bewegende Last seyn muß. Von der Anwendung des Gesetzes des Hebels auf thierische Körper handeln besonders Borellus α), Nieuwetyt β) und Wiedeburg γ).

M. s. Kästners Anfangsgründe der angewandten Mathematik; die Statik.

Heber (sipho, siphon) ist eine krummgebogene zweyschenklige Röhre (fig. 102.) abc, welche an den beyden Enden a und c offen ist. Es dienet dieser, flüssige Materien aus einem Gefäße vermittelst des Drucks der Luft auslaufen zu lassen, oder sie auszuheben. Die Gestalt desselben ist übrigens ganz willkürlich.

Wenn man den einen Schenkel ba in ein Gefäß mit Wasser eintauchet, indem der andere Schenkel bc außerhalb des Gefäßes frey herabhängt, so wird bey a, vermöge hydrostati-

α) De motu animalium Lugd. Batav. 1685. 4. P. I. cap. 14.

β) Gebrauch der Weltbetrachtung, aus dem Holländ. von Segner Jena 1747. 4. X. Betr. S. 104.

γ) Mathematik für Aerzte von Joh. Ernst. Bas. Wiedeburg, fortgesetzt von D. Johann Jakob Kohlhaas Jena 1792. 8.

statischer Gesetze, Wasser in die Röhre bis an d e so hoch hinaufstreten, als das Wasser im Gefäße steht. Wenn nun alles in der freyen Luft befindlich ist, so sind beyde Wasserflächen im Gefäße und in der Röhre dem natürlichen Drucke der Atmosphäre ausgesetzet, die Pressungen sind einander im Gleichgewichte, und es bleibt alles in Ruhe. Sobald man aber durch Saugen bey c oder durch andere Mittel es dahin bringt, daß der ganze Heber bis c voll Wasser wird, so wird er nun bey c anfangen auszulaufen, und hiermit so lange fortfahren, bis das Wasser im Gefäße unter die Oeffnung a herabgesunken ist, und folglich kein Wasser mehr in a treten kann. Es ist also das Wasser, welches zwischen d e und a sich befindet, bis b gehoben, und wegen dieser Wirkung hat die gebogene Röhre den Nahmen eines **Hebers** erhalten.

Wird nämlich durchs Saugen an c die im Heber befindliche Luft nur etwas verdünnt, so wird nun das Gleichgewicht der Pressungen der äußern und der im Heber verdünnten Luft gegen die Wasserfläche aufgehoben, und es muß folglich das Wasser in dem Schenkel a b hinaufsteigen. Setzt man nun den Querschnitt des Hebers bey b $= \beta^2$, und das specifische Gewicht des Wassers $= 1$, so ist die Größe des Drucks der Luft, womit das Wasser in dem längern Schenkel b c übergetrieben wird, $= \beta^2$ (32 Fuß — b e). Hingegen drückt aber auch die Atmosphäre gegen c aufwärts, und strebt das Wasser im Schenkel b c zu erheben, oder bey b in den Schenkel b a hinüber zu treiben; die Größe dieses Drucks beträgt β^2 (32 Fuß — b c). Hieraus folgt also, daß das Wasser mit einer Kraft gegen h hin getrieben wird, welche $= \beta^2$ (32 Fuß — b e — 32 Fuß + b c) $= \beta^2$ (b c — b e) $= \beta^2 \cdot$ h c, und es muß folglich durch c abfließen. Das Wasser fließt durch die Oeffnung c ununterbrochen so lange fort, als a noch im Wasser eingetauchet bleibt, und b c größer als b h ist, oder so lange die Oeffnung c, woraus das Wasser fließt, tiefer liegt, als die Wasserfläche d e im Gefäße.

Hieraus läßt sich beurtheilen, daß das Wasser aus der Oeffnung c des Hebers alsdann nur ausfließen könne: 1) wenn die andere Oeffnung a im Wasser eingetauchet ist, 2) daß die Höhe b e und f b nicht über 32 Fuß betrage und 3) daß die Oeffnung c, aus welcher das Wasser fließen soll, tiefer liege, als die Wasserfläche im Gefäße. Das erstere ist schon für sich klar; denn wenn die Oeffnung a das Wasser nicht mehr erreichen kann, so dringt nun die äußere Luft in die Röhre, und treibt alles darin enthaltene Wasser aus. Das zweyte ist dieserwegen nothwendig, weil der Druck der Atmosphäre keine Wassersäule höher als bis 32 Fuß bringen kann. Wäre nun b e wirklich höher als 32 Fuß, so wird der Ausdruck β^2 (32 Fuß — b e) negativ, mithin trennt sich das Wasser bey b, und sinkt gegen d e zurück, so daß es darüber nur bis auf 32 Fuß Höhe stehet, und darüber ein leerer Raum bis b bleibt. Wäre im Gegentheil e b kleiner, aber f b größer als 32 Fuß, so wird zwar anfänglich das Wasser zu laufen anfangen, alsdann aber aufhören, wenn die Oberfläche d e im Gefäß 32 Fuß unter b herabgesunken wäre, da sich alsdann das Wasser wie vorhin bey b trennen wird.

Was endlich das dritte betrifft, so ist ganz klar, daß in der Formel β^2 (b c — b h) die Länge b c größer als b h seyn muß, wenn ihr Werth positiv seyn, oder das Wasser in b wirklich nach c zu getrieben werden soll. Wäre b c gerade so groß als b h, so würde b c — b h = 0, und der Heber muß still stehen, ohne jedoch auszulaufen; wenn aber b c kleiner als b h wäre, so wird nun b c — b h negativ, und der Druck in b wirkt gegen das Gefäß zurück, oder das Wasser wird von b aus ins Gefäß zurückgetrieben.

Aus diesen nothwendigen Bedingungen, wenn der Heber Wasser ausgießen soll, wird sich nunmehr leicht einsehen lassen, daß der ausgießende Schenkel eben nicht, wie man sonst wohl glaubte, der längere seyn müsse. Besitzet nämlich der Heber gleich lange Schenkel, wie (fig. 103.) a b c, deren Oeffnungen a und c in einer wagrechten Ebene liegen,

liegen, so wird dieser nothwendig aus der Oeffnung c so lange Wasser ausgießen, als die Wasserfläche de im Gefäße über a und c liegt, weil das Wasser in b mit der Kraft $\beta^2 . hc$ nach c getrieben wird. Sobald aber die Wasserfläche de bis ac herabgesunken, und h bis c gekommen ist, so muß nun der Heber still stehen, weil $hc = o$ ist, mithin das Wasser bey b völlig in Ruhe bleiben. Der Hebel bleibt aber mit Wasser völlig gefüllt, und wenn wieder Wasser ins Gefäß gegossen wird, so fängt er von neuem zu laufen an. Bringt man den andern Schenkel bc ebenfalls in ein mit Wasser gefülltes Gefäß, so wird der Heber sogleich wieder zu laufen anfangen, wenn die Wasserflächen in beyden Gefäßen nicht in einerley wagrechten Ebene sich befinden. Dieser Heber ist der sogenannte **würtembergische Heber.**

Eben diese Beschaffenheit hat es auch mit dem Heber abc (fig. 104.), dessen längerer Schenkel auch im Wasser eingetauchet ist. Dieser wird nämlich das Wasser aus dem kürzern Schenkel in c so lange ausgießen, bis die Wasserfläche im Gefäße d mit der Oeffnung c in einerley wagrechte Ebene kommt. Alsdann hört er zu fließen auf, bleibt aber, wie der würtembergische, mit Wasser gefüllt, und fängt wieder zu fließen an, wenn von neuen Wasser ins Gefäß gegossen wird.

In dem Falle, wenn das Wasser (fig. 102.) durch a nur bis an pq hineingetreten ist, und pq um die Entfernung pe höher liegt, als de, leidet pq von oben herab einen Druck, welcher so groß ist als das Gewicht einer Wassersäule über dieser Grundfläche, und deren Höhe um die Entfernung pe kleiner ist, als 32 Fuß, mithin ist auch dieser Druck kleiner als der diesem entgegengesetzte Druck der Atmosphäre gegen pq, und dieserwegen muß das Wasser durch den Schenkel ab ins Gefäß zurückfließen, und den Heber leer machen.

Schon bey den Griechen waren die Heber bekannt. Heron α) von Alexandrien thut derselben Erwähnung und erkläret sie aus der Vermeidung des leeren Raumes. Johann Baptiste Porta β) schlug vor, Wasser vermittelst der Heber über Berge zu führen. Um aber diesen Vorschlag ins Werk zu richten, mußte der Heber zuerst gefüllet werden. Zu dem Ende mußten bey den Oeffnungen desselben Hähne, und der obere Theil b einen Hahn und Trichter besitzen. Anfänglich wurden die Hähne an den Oeffnungen verschlossen, und der Heber durch den Trichter gefüllt; hiernächst wurde alsdann der Hahn am Trichter verschlossen, und die beyden Hähne an den Enden geöffnet. Auch wird dieser Vorschlag von Schwenter γ) wiederhohlt. Beyde wußten jedoch noch nicht, daß die Höhe des Berges nicht über 32 Fuß Höhe haben müsse, und kannten die wahre Ursache der Wirkung des Hebers noch nicht.

Da man aber den Druck der Luft genauer kennen lernte, so fing man bald an, das Fließen des Hebers aus demselben herzuleiten. Daraus folgte nun natürlich, daß der Heber im luftleeren Raume zu fließen aufhören müsse. Der Erfolg bestätiget auch genau diese Folge, wenn nur der Versuch in einem guten Vacuo und mit gehöriger Vorsicht angestellet wird. Gleichwohl gab es lange nach Erfindung der Luftpumpe eine Zeit, zu welcher man aus einigen schlecht angestellten Versuchen mit dem Heber unter der Luftpumpe folgern wollte, daß der Druck der Luft keinesweges die Ursache vom Fließen des Hebers seyn könne. Man brachte nämlich enge und niedrige Heber, worin das Wasser, wie in jeder Haarröhre ohne Druck der Luft aufstieg, unter das vermeinte Vacuum einer schlechten Luftpumpe, und fand, daß das Wasser eine lange Zeit zu fließen nicht aufhören wollte. Daher vermutheten einige, daß das Fließen der Heber aus einem

α) Pneumaticorum s. spiritalium liber ex interpr. Commandini. Paris 1575. 4.

β) Pneumaticorum libri III. Neap. 1601. 4. lib. III. cap. I.

γ) Mathematische Erquickungsstunden XIII. Theil.

einem Zusammenhange des vorangehenden Wassers mit dem nachfolgenden herrühre. Mehrere Nachricht hiervon und verschiedene dahin gehörige Bemerkungen findet man beym Kästner α). Allein Homberg β) hat schon ganz richtig bemerket, daß das Fließen des Wassers im Heber unter der Glocke keineswegs die Erklärung umstoße, daß das Fließen vom Drucke der Luft herrühre. Wenn man auch annimmt, daß die Luft unter der Glocke zehnmahl verdünnt wird, so hebt diese verdünnte Luft dennoch das Wasser noch um $\frac{32}{100}$ Fuß oder beynahe 4 Zoll, wozu besonders noch das Aufsteigen des Wassers in engen Röhren hinzukommt. Hausen in Leipzig fragte seine Zuhörer, ob der Heber im Vacuo fließen solle oder nicht? und machte den Versuch, wie sie es verlangten. Bey vollkommen guten Luftpumpen, wenn ein gehöriger Grad der Verdünnung ist bewirket worden, und bey hinlänglich hohen und genugsam weiten Hebern muß jeder Heber unter dem verdünnten Raume der Glocke zu fließen aufhören.

Zu Ende des siebenzehnten Jahrhunderts machte ein Bürger zu Stuttgard, Johann Jordan, zuerst die Bemerkung, daß ein Heber von gleich langen Schenkeln aus jeder Oeffnung Wasser gebe, wenn man die andere Oeffnung in ein Gefäß mit Wasser tauche. Der damahlige herzoglich-würtembergische Leibmedicus, Salomon Reisel, machte im Jahre 1684 die erste Nachricht davon bekannt, und gab die Sache vermuthlich aus Mangel der Theorie für etwas ganz Besonderes aus. Allein bald nachher beschrieb Dionysius Papinus γ) einen solchen Heber, und Reisel δ) selbst machte die wahren Umstände davon bekannt. Dieser Heber wurde der würtembergische genannt. Er machte damahls viel Aufsehen, weil man noch in der gemeinen Meinung stand, daß der im Wasser eingetauchte Schenkel kürzer

α) Anmerk. über die Markscheidekunst. Götting. 1775. 8. Vorrede.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1714. p. 84.
γ) Philosoph. transact. 1685. n. 167.
δ) Sipho Wirtembergicus per maiora experimenta firmatus.

seyn müsse, als derjenige, welcher das Wasser geben soll. Man stellte damit viele Versuche an, das Wasser über 32 Fuß zu heben, welche aber natürlich den versprochenen Erfolg nicht haben konnten.

Wenn eine aufrecht stehende Röhre (fig. 105.) de unten bey d in einem Gefäße mit Wasser stehet, welches der freyen Luft ausgesetzet ist oben aber bey f mit einem an allen Seiten luftdicht verschlossenem Gefäße fg verbunden ist, worin man die Luft stark verdünnen kann, so kann dadurch das Wasser in der Röhre de zum Steigen gebracht werden, daß es sich in das Gefäß, worin man die Luft verdünnt, ergießt. Das Gefäß fg sey mit einem andern kl vermittelst der Röhre hi verbunden, und dieses untere Gefäß kl endige sich in eine Röhre mn, welche mit dem Hahn i nach Gefallen geschlossen und wieder geöffnet werden kann. Durch eine oben in eben diesem Gefäße kl angebrachte Oeffnung, welche luftdicht muß verschlossen werden können, fülle man es mit Wasser an, und nachdem alles gegen den Zugang der Luft hinlänglich ist verwahret worden, öffne man den Hahn o, damit das Wasser durch die Röhre mn ablaufe; davon ist nun der Erfolg dieser, daß die in dem Gefäß fg und den Röhren de und hi befindliche Luft sich in einen größern Raum, als vorher, ausbreitet; daher wird natürlich der Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche ac des Wassers in dem offenen Gefäß ab größer, als der Gegendruck der eingeschlossenen, nunmehr verdünnten Luft, und eben deßwegen muß das Wasser in der Röhre de hinaufsteigen, und sich endlich in das Gefäß fg durch die Oeffnung bey e ergießen.

Wenn das offene Gefäß ab auf irgend eine Art beständig Wasserzufluß erhalten kann, so kann man auch zwischen ab und kl eine Röhre anbringen, welche mit einem Hahn p versehen ist, um sie nach Gefallen zu verschließen. Wenn alsdann auch an fg eine mit einem Hahn q versehene Röhre angebracht ist, so kann dadurch das gehobene Wasser zum beliebigen Gebrauche abgeleitet werden. Wenn

p

p geöffnet wird, so tritt das Wasser aus a b in k l, da dann q zugleich geöffnet werden muß, damit ein Theil der eingeschlossenen Luft herausgehe. Nachdem k l angefüllet ist, werden die Hähne p und q verschlossen, und der Hahn o geöffnet, damit das Wasser aus k l wieder ablaufe, aus a b aber durch d e hinaufsteige.

Diese beschriebene Einrichtung heißt ein **unterbrochener Heber**, weil die Schenkel desselben nicht unmittelbar zusammenhängen. Uebrigens sieht man wohl, daß die Steigröhre d e hier viel kleiner als 32 Fuß seyn müsse, wenn sich das hinaufgestiegene Wasser bey e wirklich ergießen soll. Denn da f g nicht ganz luftleer ist, in welchem Falle erst das Wasser die wirkliche Höhe von 32 Fuß erreichen kann, so muß nothwendig das in der Röhre aufgestiegene Wasser von der Elasticität der verdünnten Luft einen Gegendruck leiden. Gesetzt, die eingeschlossene Luft werde nur in einem doppelt so großen Raum ausgebreitet, als derjenige ist, welchen sie im natürlichen Zustande annimmt, so wird ihre Elasticität halb so stark bleiben, als sie im natürlichen Zustande ist, und das Wasser wird in der Röhre d e etwa nur 16 Fuß hoch steigen. Von diesem unterbrochenen Heber gibt **Wolf** α) eine kurze Beschreibung, vollständiger aber **Leupold** β), und erinnert sehr wohl, es müsse der Behälter k l wenigstens einen noch ein Mahl so großen körperlichen Raum haben, als f g, damit sich die eingeschlossene Luft in einen hinlänglich großen Raum ausbreiten könne.

Soll diese Maschine im Großen angebracht werden, so wird noch eine besondere Einrichtung in dieser Absicht erfordert, daß sich die Hähne o, p, q zu rechter Zeit öffnen und wieder schließen. Es sey nämlich Anfangs o verschlossen, und p geöffnet, um k l zu füllen, so wird auch zugleich q geöffnet, damit ein Theil der verschlossenen Luft heraustrete, welche sonst dadurch, daß k l gefüllt wird, in einen engern Raum würde zusammengepreßt werden. Nachdem nun k l gefüllt

 ist,

α) Elementa matheseos vniuersae Tom. II. hydraul. §.77.
β) In theatro machinarum hydraul. Tom. I. §. 12.

ist, müssen p und q geschlossen, o aber geöffnet werden, damit das Wasser aus k l ablaufe, binnen eben der Zeit aber f g angefüllet werde. Sobald dieß geschehen, muß sich o schließen, p und q aber sich zugleich wieder öffnen, damit durch p von neuem wieder Wasser in k l laufe, zugleich aber das gehobene Wasser aus f g durch q zum bestimmten Gebrauche ablaufe. Caspar Schott *) beschreibt eine Maschine, welche ein Einwohner zu Basel, Jeremias Mitz, in seinem Hause habe anlegen lassen, um vermittelst eines solchen unterbrochenen Hebers das Wasser in einen erhabenen Behälter zu bringen, aus welchem es nach dem bey seinem Hause befindlichen Garten zu einem daselbst befindlichen Springbrunnen geleitet ward. Allein Schott hat bey der Beschreibung dieser Maschine nicht die Abmessungen aller Theile derselben mitgetheilt, vermuthlich weil sie ihm selbst nicht bekannt gewesen sind. Leupold gibt eine Einrichtung der Maschine an, welche sich von dieser nur in Absicht der Vorrichtungen, um die Hähne o, p, q zu rechter Zeit zu öffnen und zu schließen, unterscheidet. Auch zeiget Wolf und ausführlicher Leupold, wie sich mehrere dergleichen unterbrochene Heber mit einander verbinden lassen, um das Wasser noch auf größere Höhen zu bringen, als die von 18 Ellen.

Der so genannte Diabet der Alten ist ein Heber, welcher gewöhnlich im Boden eines Gefäßes befestiget ist, und sich nur dadurch vom gewöhnlichen gebogenen Heber unterscheidet, daß der eine Schenkel in dem andern steckt. Durch den Boden des Gefäßes (fig. 106.) a b c d steckt die an beyden Enden offene Röhre e f, und diese ist mit einer etwas weitern höhern Röhre g h i bedeckt, welche sonst allenthalben verschlossen, unten aber am Boden des Gefäßes seitwärts bey g mit einer Oeffnung versehen ist. Wird nun das Gefäß mit Wasser angefüllt, so dringt dieß durch die Oeffnung g in den zwischen beyden Röhren befindlichen Zwischenraum, und steigt darin eben so hoch, als im Gefäß selbst, weil die darin

*) Technica curiosa lib. V. cap. I. — 3.

darin befindliche Luft durch die engere Röhre e f ihren Ausweg findet. Sobald also das Wasser anfängt über e hinaufzusteigen, so bald tritt es auch bey e in die engere Röhre hinein, fängt an durch dieselbe auszufließen, und läuft so lange, bis die Wasserfläche im Gefäß so weit herabgesunken ist, daß sie die Oeffnung bey g erreichet hat. Diese Einrichtung in einen Becher gebracht, und in dem Rande desselben versteckt, macht den **Vexierbecher** aus, welcher mäßig gefüllt den Wein hält, ganz voll gefüllt aber bis auf den Boden ausläuft.

Noch mehrere besondere Einrichtungen, bey welchen Heber von mancherley Gestalten angebracht sind, hat **Wolf** beschrieben. So kann er z. B. die Gestalt einer Schlange erhalten, welche das Wasser aus einem Bassin aussäuft, das ein Storch in selbiges ausspeyet u. s. w. Eine große Anzahl von Hebern beschreibet **Lehmann** *).

Gewöhnlich werden die einfachen Heber durchs Saugen an der äußern Oeffnung gefüllt. Wenn sie aber zur Aushebung gewisser Flüssigkeiten gebraucht werden sollen, die man nicht gern in den Mund kommen läßt, so bringt man am längern Schenkel, z. B. (fig. 102.) in g eine kleine gläserne aufwärts gehende Röhre an, an welcher, bey Verschließung der Oeffnung c mit dem Finger, so lange gesauget wird, bis die Flüssigkeit den ganzen Schenkel b c angefüllet hat. Ein solcher Heber wird ein **doppelter Heber** genannt.

In der Natur selbst können unterirdische heberförmige Canäle, welche mit Teichen, Seeen, Brunnen u. s. f. in Verbindung stehen, gar besondere Erscheinungen hervorbringen. Bey trockener Witterung z. B. kann sich das Wasser in Teichen, Brunnen u. d. gl., bey welchen der obere Theil der Canäle leer bleibt, erhalten, da hingegen beym Regenwetter, wenn das Wasser höher steiget, und die Canäle ganz mit Wasser ausfüllet, die Brunnen u. d. gl. auslaufen und leer werden. Dergleichen Brunnen haben also bey trockenem Wetter Wasser, beym Regenwetter aber sind sie leer. Allem Ver-

*) Diss. de siphonibus. Lips. 1710. 4.

Vermuthen nach verlieret auch auf diese Weise der czirknitzer See in Crain gegen den August sein Wasser, so daß man drey Wochen darauf auf seinem Boden gutes Heu machen kann. Nachher füllt er sich auch wieder selbst etwa binnen 24 Stunden mit Wasser an, welches eine Menge Fische und nicht längst ausgebrütete Wasservögel mit sich bringt.

M. s. **Karsten** Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Th. V. Hydraul. Abschnitt XVI. Dess. Anfangsgründe der Naturlehre mit Anmerk. vermehrt von **Gren**. Halle, 1790. 8. Abschn. XIV. **Wolfs** nützliche Versuche, Th. III. Cap. IX. §. 122 u. f.

Heber, anatomischer (sipho anatomicus). Unter diesem Nahmen hat **Wolf** [α]) ein blechernes Gefäß (fig. 107.) abcd, woran die hohe Röhre ef gelöthet ist. Wenn man nun über die Oeffnung ab des Gefäßes eine Blase oder andere häutige Theile der thierischen Körper spannt, und gießt das Gefäß und die Röhre ef voll Wasser, so wird die Haut nicht allein mit großer Gewalt in die Gestalt eines Kugelabschnittes ausgedehnet, sondern es werden auch diese Häute und Gefäße vermöge des so starken und gleichförmigen Drucks so auseinander getrieben, daß man nachher die Struktur derselben weit besser als vorher untersuchen, und sie bequemer von einander trennen kann. Es ist nämlich klar, daß das Häutchen ab einen Druck von innen nach außen ausstehen muß, welcher dem Druck der Wassersäule ablk gleich ist. M. s. **Druck**. Der Diameter des Gefäßes bey **Wolfs** [β]) anatomischem Heber war 48 Linien, der Diameter der Röhre ef 11, die Länge von g an gerechnet, so weit sie nämlich über das Gefäß gehet, 250 Linien; die Blase ab ward mit 30 Pfund Gewichten beschweret, welche durch den Druck des Wassers, das in der Röhre doch nur $1\frac{1}{2}$ Pfund wog, wirklich gehoben wurden.

Heberbarometer s. **Barometer**.

Heliocentrisch (heliocentricum, heliocentrique) nennt man in der Astronomie dasjenige, was sich auf den Mit-

α) Elementa matheseos vniuersae. Hydrost. cap. II. §. 52.
β) Nützliche Versuche Th. I. Cap. 3. §. 58.

Mittelpunkt der Sonne beziehet, oder wovon man sich vorstellet, als wenn es aus dem Mittelpunkte der Sonne beobachtet wird. Die Stelle, welchen ein Planet aus dem Mittelpunkte der Sonne gesehen unter den übrigen Sternen einnehmen würde, heißt sein **heliocentrischer Ort**, und seine Länge und Breite die **heliocentrische Länge und Breite.** Die heliocentrischen Längen und Breiten der Planeten dienen vorzüglich, um die geocentrischen Längen und Breiten, und daraus den wahren Ort derselben zu bestimmen; alsdann erst werden sich die Planetenbahnen angeben lassen. M. s. geocentrisch.

Heliometer (heliometrum, heliométre) ist eine Einrichtung, welche, an ein Fernrohr angebracht, dienen kann, die scheinbaren Durchmesser der Sonne und des Mondes genauer zu bestimmen, als man es sonst durch Hülfe der Mikrometer thun konnte. Auf die Erfindung des Heliometers kamen fast zu gleicher Zeit die Herrn Bouguer und Servington Savery.

Die Einrichtung des Herrn Bouguer *) war folgende: es werden zwey Objektivgläser von gleichen Brennweiten neben einander gestellet, so daß ein und dasselbe Augenglas für beyde dienet. Auf diese Weise entstehen also zwey deutliche Bilder des Objektes im Brennpunkte des Augenglases. Das eine von beyden Objektivgläsern ist unbeweglich, das andere aber kann jenem vermittelst einer Schraube genähert, oder weiter davon entfernet werden, wodurch sich alsdann natürlich die beyden Bilder nähern und entfernen. Erhalten nun bey Betrachtung der Sonne die beyden Objektivgläser eine solche Stellung, daß sich die beyden Bilder der Sonne mit ihren Rändern berühren, so bestimmt alsdann der Abstand der Mittelpunkte beyder Gläser den Durchmesser des Sonnenbildes, welcher dem scheinbaren Durchmesser der Sonne jederzeit proportional ist. Den Abstand der Mittelpunkte beyder Objektivgläser wird an einem Maßstabe vermittelst eines am beweglichen Objektive angebrachten Zeigers angegeben,

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1748.

ben, wobey zugleich die Schraube durch ihre Umdrehung die kleinern Theile an einer getheilten Scheibe zeigt. Die Theile auf dem Maßstabe, so wie die kleinern Theile auf der getheilten Scheibe werden, wie beym Mikrometer, durch Erfahrung geschätzt. Vortheilhaft ist es hierbey, sich großer Objektivgläser zu bedienen, weil sich alsdann die Ränder der Sonnenbilder weit schärfer und bestimmter berühren können. Um aber die Mittelpunkte beyder Gläser nahe genug an einander zu bringen, wird von jedem Glase an der Seite, welche es dem andern zukehret, ein Theil abgeschnitten, daß folglich die Gläser die Gestalt der größern Segmente eines Kreises erhalten. Eben so wird auch diese Einrichtung von de la Lande [α]) beschrieben. Eine gründliche Belehrung hierüber findet man beym Herrn Kästner [β]), wo zugleich des Herrn de la Lande nicht völlig richtige Vorschriften verbessert werden.

Savery hatte bereits im Jahre 1743. der königlichen Societät zu London die Beschreibung eines ähnlichen Werkzeuges übergeben [γ]), um den Unterschied der Durchmesser der Sonne in der Erdnähe und in der Erdferne zu messen, wenn gleich das Fernrohr so stark vergrößerte, daß man den ganzen Durchmesser nicht auf ein Mahl sehen konnte. Die Stellung der Objektivgläser läßt er ungeändert, und begnüget sich damit, die Unterschiede zwischen den Sonnendurchmessern mittelst eines gewöhnlichen Mikrometers in den Brennpunkten genau anzugeben. Auch hatte Savery schon den Gedanken, nicht zwey ganze Objektivgläser zu gebrauchen, weil zwey selten völlig gleiche Brennweiten besitzen, sondern ein einziges in Stücken zu zerschneiden, und diese statt der ganzen zu gebrauchen.

Eine Verbesserung, welche Dollond [δ]) dieser Einrichtung gab, bestand darin, daß er statt zwey ganzer Objektivgläser ein einziges nahm, daß er in zwey gleiche Theile zerschnit-

α) Astronomie §. 2433. zweyte Ausgabe.
β) Astronomische Abhandl. Samml II. Götting. 1774. 8. S. 372. ff.
γ) Philosoph. transact. 1753. Vol. XLVIII. P. I. n. 26.
δ) Philosoph. transact. Vol. XXVIII. P. I. n. 27.

schnitten hatte, welche an einander hingeschoben wurden. Hierbey hat man nun den Vortheil, die Abstände der Mittelpunkte so klein zu machen, als man will, folglich selbige genauer zu bestimmen und kleinere Winkel zu messen, als bey der vorigen Einrichtung. Die eine Hälfte des Objektivglases macht **Dollond** unbeweglich, und mißt die Verschiebung der andern Hälfte durch einen Maßstab mit einem Vernier ab. Um die Länge des Fernrohrs zu verkürzen, schlägt er vor, hinter den halben Objektivgläsern ein ganzes anzubringen; oder noch vortheilhafter, die halben Objektive an das Ende eines reflektirenden Spiegelteleskopes zu setzen. Werkzeuge nach dem letztern Vorschlage eingerichtet heißen **Spiegelteleskope mit Objektivmikrometern.** Beschreibungen und Abbildungen hiervon geben Herr de la **Lande** und in einer Disputation **Hallencreuz** und **Insulin** [α]).

Eine sehr wohlfeile Art, sich ein Objektivmikrometer zum Gebrauche bey Beobachtungen eines Kometen zu verfertigen gibt **Lambert** an [β]).

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel** Th. II. S. 531. Anmerk. Kästners astronomische Abhandlungen; Sammlung II. Götting. 1774. S. 372 f.

Helioskop (helioscopium, hélioscope) ist ein Fernrohr, hinter welchem man das Sonnenbild auf einer Ebene auffängt. Nach einer genauern Beschreibung, welche Herr **Kästner** [γ]) hiervon gibt, ist seine ganze Einrichtung diese: man zieht ein astronomisches oder holländisches Fernrohr etwas weiter aus einander, als man es brauchet, dadurch zu sehen. Dieses richtet man gegen die Sonne, und fängt das Bild derselben, welches so entsteht, mit einer Ebene in einem dunkeln Orte auf; es sey nun, daß man ein Zimmer zu dieser Absicht verfinstert, oder daß man nur das Fernrohr in ein dunkeles Behältniß steckt, welches statt des Bodens Papier in Oel getränkt, oder ein mattgeschliffenes Glas hat, darauf

α) De micrometro obiectiuo. Vpsala 1760. 4.

β) Beyträge zum Gebrauch der Mathematik. Th. III. Berlin 1772. 8. N. VII. §. 25.

γ) Astronomische Abhandlungen. Samml. II. S. 362.

darauf sich die Sonne abbildet. Auf diesem Papiere oder auf dem Glase wird ein Kreis beschrieben, welcher gerade das Sonnenbild ausfüllt, und welcher durch 5 innere concentrische Kreise in die gewöhnlichen 12 Zolle getheilt wird.

Scheiner [α]), welcher sich zuerst des Helioskops bediente, gebrauchte hierzu ein holländisches Fernrohr, weil damahls noch kein anderes bekannt war. Er stellte hiermit in einem verfinsterten Zimmer Beobachtungen über die Sonnenflecken an. Die Berechnung der Größe des Bildes durch das Helioskop hat Herr **Kästner** vorgetragen. Auch **Hevel** [β]) beschreibet das Verfahren mit dem Helioskop ausführlich, und **Rost** [γ]) handelt von dem sprachrohrförmigen Helioskop, dessen sich **Eimmart** in Nürnberg zur Beobachtung der Sonnenfinsterniße bediente.

M. s. **Kästner** astronomische Abhandlungen; Sammlung II. S. 362 u. f.

Helligkeit s. **Licht.**

Helligkeit bey Fernröhren s. **Fernrohr.**

Hemisphären s. **Halbkugeln.**

Hepatische Luft s. **Gas, hepatisches.**

Herbst (autumnus, automne) ist eine von den vier Jahreszeiten, welche von dem Tage anfängt, da die Sonne beym Niedersteigen in den Aequator tritt, und sich mit demjenigen endet, an welchem die Sonne ihre kleinste Mittagshöhe erreichet hat. Die Ekliptik durchschneidet den Aequator in zwey Punkte, nämlich im Anfangspunkte des Widders, und im Anfangspunkte der Wage. Die Hälfte der Ekliptik vom Anfangspunkte des Widders bis zum Anfangspunkte der Wage gibt bey uns den Frühling und den Sommer, die andere Hälfte aber den Herbst und Winter. Daher bestimmt der Eintritt der Sonne in die Wage den Anfang, und der in den Steinbock das Ende des Herbstes, welcher sich folglich um den 23. September mit der Herbst-

nacht-

α) Rosa vrsina. Bracciani 1626. fol. lib. II. cap. 27.
β) Selenographia. Prolegom. p. 98.
γ) Astronomisches Handbuch Th. II. Cap. 11.

nachtgleiche anfängt, und um den 21. December mit dem kürzesten Tage sich endet. M. s. Ekliptik.

In der südlichen gemäßigten Zone erfolgen die Jahreszeiten, welche bey uns gerade entgegengesetzet sind; mithin fängt sich daselbst der Herbst mit der Nachtgleiche am 20. März an, und endiget sich mit dem 21. Juni und mit dem kürzesten Tage.

Im bürgerlichen Leben, da die Jahreszeiten mehr nach der Temperatur und Witterung, als nach dem Stande der Sonne abgemessen werden, versteht man unter dem Herbste die unbestimmte Zeit, da die Temperatur rauher und kälter, mithin die Sonnenwärme geringer wird, und die Bäume nach eingesammelten Früchten ihr Laub zu verlieren anfangen.

Herbstnachtgleiche (aequinoctium autumnale, équinoxe d'automne) ist diejenige Zeit, zu welcher die Sonne in ihrer scheinbaren Bahn in den Aequator kömmt, und nachher in die südliche Halbkugel übergehet. Diese Zeit macht an allen Orten der Erde Tag und Nacht gleich, und bestimmt bey uns den Anfang des Herbstes. Für die nördliche Halbkugel tritt die Herbstnachtgleiche beym Eintritt der Sonne in die Wage ein, welches um den 23. September geschiehet. Weil zu dieser Zeit die Sonne gerade im Aequator ist, mithin denselben als ihren Tagkreis beschreibet, so folget, daß sie an allen Orten der Erde 12 Stunden sichtbar und 12 Stunden unsichtbar ist.

Herbstpunkt s. Aequinoktialpunkte.

Hermetisch verschlossen oder **sigilliret** (hermetice clausum s. sigillatum, scelié hermétiquement). Die ältern Chemiker nannten die Oeffnung eines gläsernen Gefäßes oder einer Röhre **hermetisch sigilliret**, wenn man sie am Feuer zugeschmolzen hatte. Diesen Nahmen hat man auch bis jetzt noch bey Verschließung einer Oeffnung der gläsernen Röhre durchs Schmelzen an der Lampe, wie z. B. bey Barometer-, Thermometer- u. a. Röhren beybehalten.

Heronsball s. Springbrunnen.

Heronsbrunnen s. Springbrunnen.

Heterogen, ungleichartig (heterogeneum, dissimilare, hétérogène, dissimilaire) nennt man dasjenige, was von verschiedener Natur und Beschaffenheit ist. So spricht man von heterogenen Körpern, welche in ihren Eigenschaften und ihrer Natur verschieden sind. Eben so heißen auch die Theile, welche in ihrer innigsten Vereinigung eine homogene Masse, einen homogenen Körper geben, heterogene Theile. Dem Heterogenen wird überhaupt Homogen entgegengesetzet. M. s. Homogen.

Himmel, Himmelskugel, Himmelsgewölbe, Firmament (coelum, sphaera coelestis, firmamentum, ciel, firmament). Hierunter versteht man das blaue Gewölbe, an welchem alle Gestirne bey heiterer Witterung angeheftet zu seyn, und um selbigen ihre verschiedenen Umläufe zu machen scheinen.

Die alten Weltweisen glaubten, daß die Wölbung des Himmels wirklich so sey, wie sie uns erscheine. Pythagoras, Plato, Aristoteles, Archimedes, Hypparch und andere setzten die Erde unbeweglich im Mittelpunkte, und ließen die Himmelskörper Kreise um selbige beschreiben. Sie nahmen sogar mehrere Himmel, oder in einandersteckende Sphären, welche wie Krystall durchscheinend seyn, an, an welchen die verschiedenen Planeten angeheftet wären. An der letzten oder achten krystallenen Himmelsphäre hielten sie die Fixsterne befestiget. Dieses alte System hat zum Beweise für sich bloß den Schein, und das copernikanische System, welches durch so sehr viele Beobachtungen hinlänglich bestätiget ist, hat uns von der Größe und den Entfernungen der Himmelskörper von einander richtigere Begriffe gegeben, und gezeigt, daß das alte System auch wirklich nichts weiter als Schein hinterlasse, und daß die Behauptung von der Feste der Himmel gar nicht bestehen könne; außerdem aber sahe man auch die Kometen nach gar verschiedenen Richtungen in sehr großen Bahnen alle die angenommenen krystallenen Sphären durchschneiden. An diese feste krystallene Himmel setzte daher Descartes sein System des vollen Raumes

mes und der Wirbel. Er gedachte sich nämlich den ganzen Weltraum mit den Theilen seines zweyten Elementes erfüllt, welche sich um die Himmelskörper in Wirbeln mit ungemein großer Geschwindigkeit bewegten. **Newton** bestritt den vollen Raum des **Descartes**, und bewies wenigstens aus den Erscheinungen der Himmelskörper, aus den ununterbrochenen Bewegungen der Planeten, aus ihrer nicht abnehmenden Geschwindigkeit, und aus dem freyen Durchgange der Kometen nach allen möglichen Richtungen des Himmels, daß der Weltraum, worin sich die Himmelskörper bewegen, von keiner merklich widerstehenden Materie ausgefüllt seyn könne, und daß sich darin bloß die Lichtmaterie oder eine andere sehr feine elastische Flüssigkeit befinde. M. s. Aether.

Dieser Weltraum ist es also, in welchem sich alle mögliche Himmelskörper, selbst unsere Erde mit ihrem Dunstkreise, nach bewundernswürdigen, unveränderlichen Gesetzen bewegen. Ein jeder Beobachter des Himmels sieht also durch die Atmosphäre der Erde in den unermeßlichen Himmelsraum. Da nun aber das Gesicht eines jeden Beobachters eine gewisse Grenze hat, über welche hinaus es die Entfernungen der Körper von einander gar nicht mehr unterscheiden kann, so muß es ihm natürlich scheinen, als wenn alle Himmelskörper von ihm gleich weit entfernet wären; und wenn er nach allen Seiten hin eine freye Aussicht hat, so entsteht daraus die Erscheinung einer das Auge umgebenden ununterbrochenen Rundung, oder eines auf dem Horizonte aufstehenden Gewölbes.

Aus diesem Grunde sollte uns also der Raum am Himmel, welchen wir ganz frey übersehen können, als eine vollkommene Halbkugel erscheinen. Allein da wir beym Anblick der scheinbaren Himmelskugel zugleich uns unbewußt ein Urtheil über die Entfernungen der Körper, ihrer Größen und Gestalten fällen, so erscheinet uns auch das Gewölbe des Himmels nicht als eine vollkommene Halbkugel, sondern als ein Gewölbe von einer ganz eigenen, am obern Theile eingedruck-

druckten Krümmung, wobey der Horizont drey bis vier Mahl weiter vom Auge entfernt ist, als das Zenith.

Aus dem Artikel: **Entfernung, scheinbare**, erhellet, daß uns Gegenstände auf der Plaine in gleichen Abständen entfernter scheinen, als über uns gesehene. Diesem Gesichtsbetrug gemäß scheinen uns die niedrigern Stellen am Himmel weiter entfernet, die höherliegenden näher zu seyn, und es entsteht daraus die Vorstellung einer stark eingedruckten Wölbung. Smith *) hat gesuchet, die Gestalt dieser Krümmung und ihrer Abmessungen genauer zu bestimmen. Zu dem Ende schätzte er nach dem Augenmaße eine Stelle am Himmel, welche er vom Horizonte eben so weit als vom Scheitelpunkte entfernet hielt; nachdem er aber die Höhe dieser Stelle maß, so fand er sie nur 23 Grade über dem Horizonte. Ferner bemerket er, wenn die Sonne 30 Grad hoch stehe, so scheine sie dem bloßen Auge dem Scheitelpunkte schon näher, als dem Horizonte zu seyn, ob sie gleich diesem wirklich näher wäre. Auch wenn ein Stern 45° über dem Horizonte erhaben sey, folglich gerade in der Mitte zwischen dem Scheitel und dem Horizonte stehe, so scheine er vom Horizonte über drey Mahl entfernter als vom Scheitel zu seyn. Daraus ist nun leicht zu begreifen, daß ein Winkel von einer gewissen bestimmten Anzahl von Graden am Horizonte uns weit größer erscheinet, als gegen den Scheitelpunkt zu. Man wird sich daher sehr irren, wenn man die wahre Größe eines Winkels nach der Größe eines Bogens am Himmel zwischen den Schenkeln desselben schätzt. Smith gibt in folgender Tabelle das Verhältniß der scheinbaren Bogen oder Entfernungen vom Horizonte bis zum Zenith also an, welches zugleich das Verhältniß der scheinbaren Größe ist;

Höhen	scheinbare Entfernungen
0°	100
15 —	68
30 —	50

Höhen

*) Vollständiger Lehrbegriff der Optik durch Kästner §. 55.

Höhen	scheinbare Entfernungen
45 —	40
60 —	34
75 —	31
90 —	30

Aus eben dem Grunde führet auch Smith an, daß alle andere Gegenstände und Entfernungen der Sterne am Himmel, so wie die Sonne und der Mond am Himmel in der Nähe des Horizontes größer scheinen, als wenn sie höher stehen. Auch bemerket er noch, daß wegen dieser scheinbaren Gestalt der Wölbung des Himmels die Breite des Regenbogens beym Horizonte größer erscheine, als in der Höhe. Ferner erkläret er daraus, daß die Höfe um die Sonne oder den Mond nicht kreisrund und concentrisch mit diesen Körpern, sondern länglichrund und eccentrisch aussehen, so daß der längste Durchmesser auf dem Horizonte senkrecht stehet, und sich von dem Monde weiter niederwärts erstreckt. Endlich bestätiget er noch diese seine Theorie durch die Erscheinungen der Kometenschweife und eines von Dr. Cotes gesehenen merkwürdigen Meteors.

Schon soll Ptolemäus in seiner verloren gegangenen Schrift von der Optik, nach dem Zeugniß des Roger Baco α) die scheinbare vergrößerte Gestalt der Sonne und des Mondes auf diese Art erkläret haben, wiewohl er sie in seinem Almagest ganz unrichtig aus der Strahlenbrechung durch die Dünste ableitet. Allein Alhazen zeigt, daß die Strahlenbrechung vielmehr eine Verkleinerung zu Wege bringen müßte, und glaubt vielmehr, daß die Sonne und der Mond nahe beym Horizonte deßwegen sehr groß aussehen, weil man sie da viel weiter hält, als wenn sie nahe bey dem Meridiane sind. Auch Hobbes und Gassendi waren eben dieser Meinung des Alhazen zugethan. Vom Pater Gouye β) und Molyneux γ) wurden sie hingegen wieder bestritten; Desagu-

α) Perspectiua p. 118. ed. Combach.
β) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1700.
γ) Philosoph. transact. nº 187.

aguliers aber zeigt, daß des Alhazen Meinung völlig richtig sey, und bestätigte sie durch Versuche.

Berkley [a]) behauptet, daß der Mond am Horizonte deßwegen größer und entfernter erscheine, weil er wegen der Dünste ein matteres Licht habe. Auch Euler sagt, weil die Himmelskörper am Horizonte dunkeler erscheinen, als in der Höhe, so scheinen sie uns entfernter, und dieß ist vorzüglich die Ursache, warum uns der Himmel als ein platt gedrucktes Gewölbe erscheinet. Gegen diese Erklärung des Berkley führet aber Smith an, daß der Mond am Tage, und bey Mondfinsternissen in der Höhe betrachtet ebenfalls matter, und doch nicht größer erscheine, und daß man daraus gar keinen Grund von der Vergrößerung der Sternbilder oder der Entfernung der Fixsterne von einander angeben könne. Ohne Zweifel wird weit richtiger der Grund der Vergrößerung daher geleitet, daß wir die betrachtete Sache da zu sehen glauben, wo ihr Bild auf das scheinbare Gewölbe hinfällt; die Gestalt dieses Gewölbes aber ganz allein aus dem verschiedenen Urtheile über Entfernungen am Horizonte und in der Höhe gesehener Sachen zu erklären, wovon Smith sehr umständlich gehandelt hat.

Was die blaue Farbe des Himmels betrifft, so ist diese keinesweges nach der Meinung der Alten eigen. Nach der Erklärung des Abt Nollets [b]) wird sie von dem durch die Atmosphäre gehenden Lichte der Sonne und der Gestirne bewirket. Alle diejenige Stellen, an welchen wir keine Sterne erblickten, sollten völlig dunkel erscheinen, so wie dieß bey allen Körpern Statt findet, die kein Licht in unser Auge senden. Das Licht der Sonne und der Gestirne aber wird von der Erde in die Atmosphäre und von dieser wieder gegen die Erde reflektiret. Die stärksten Lichtstrahlen, d. i. die rothen, grünen und gelben, lassen die Lufttheile hindurch, und werfen bloß die schwächsten, als die blauen, gegen die Erde und

[a]) Essay towards a new theory of vision. Dublin 1709. 8. sect. 68.
[b]) Leçons de physique. Tom. VI. p. 17.

und ins Auge zurück. Der Herr de Saussüre *) leitet die blaue Farbe des Himmels ebenfalls vom reflektirenden Lichte her. Aber die Luft, in sofern sie durchsichtig ist, färbt nach ihm die Gegenstände nicht; so sehe man die Schneegebirge, welche von der Sonne erleuchtet werden, nicht blau, sondern rosenfarb oder weiß, wenn man sie gleich durch eine Masse Luft von 20 bis 30 Meilen betrachte; diese Farbe rühre bloß von den Dünsten her, durch welche die Sonnenstrahlen auf sie fallen. Ließe nämlich die Luft die blauen Strahlen mehr als andere durch, so müßten auch die Gletscher in solchen Entfernungen stets blau erscheinen. Berge hingegen von dunkeler, besonders grüner Farbe, senden überhaupt nicht viel Licht ins Auge, zumahl wenn sie wenig erleuchtet sind; in einem solchen Falle werden die blauen Strahlen, welche die vorliegende Luft zurückwirft, von keiner größern Menge anders gefärbter Strahlen unsichtbar gemacht, und jene Berge durch die Luft gesehen erscheinen blau, desto dunkeler, je weiter sie sind. Wenn die Luft vollkommen durchsichtig wäre, ohne Farbe und frey von allen undurchsichtigen gefärbten Dünsten, so müßte uns der Himmel durchaus schwarz erscheinen. Je reiner also die Luft ist, desto dunkeler muß ihre Farbe erscheinen, bloß die Dünste, und besonders die noch nicht aufgelöseten werfen verschiedene Farben zurück, und diese, mit dem natürlichen Blau der Luft vermischt, bringen die verschiedenen Arten der Farbe des Himmels hervor. Sein Blau ist am Horizonte blässer als im Scheitel, und das Verhältniß dieser Arten ist eine Funktion von dem Verhältnisse, welches zwischen den Mengen der Dünste beyder Stellen Statt hat. Durch diese Betrachtung kam der Herr de Saussüre auf den Gedanken, die Menge der concreten Dünste durch den Grad der blauen Farbe des Himmels zu bestimmen. M. s. Kyanometer.

*) Journal de physique Mars 1791. übers. in Grens Journal der Physik B. VI. S. 93. u. f.

Euler *) leitet die blaue Farbe des Himmels davon her, daß die kleinsten Theile der Luft von Natur eine blaue Farbe besitzen. Allein er hat sich dabey nicht bestimmt ausgedruckt, ob diese Farbe von den Strahlen, welche die Lufttheilchen zurückwerfen, oder von denen, welche sie durchlassen herrühre.

M. s. Priestley Geschichte der Optik durch Klügel. S. 504 f.

Himmelskugel, künstliche (globus coelestis artificialis, globe céleste) ist eine größere oder kleinere Kugel von Holz oder Pappe, auf deren Oberfläche die Kreise und merkwürdigen Punkte an der Himmelskugel, nebst den Fixsternen nach ihren Rectascensionen und Declinationen also verzeichnet sind, daß sie eben die Lage gegen einander haben, wie sie am Himmel gegen einander erscheinen.

Auf einer solchen Himmelskugel findet man also den Aequator und die Ekliptik gehörig in Grade eingetheilet, nebst den dazu gehörigen Polen, die Koluren der Tag- und Nachtgleichen und Solstitien, die Breitenkreise und die beyden Wendekreise nebst den Polarkreisen. Den Meridian stellt ein messingener Cirkel vor, welcher in seine Grade eingetheilet ist, und welcher oben um den Nordpol herum einen kleinen messingenen Kreis besitzet, welcher in 12 gleiche Theile oder Stunden eingetheilet ist, und **Stundenkreis** genannt wird. Durch den Mittelpunkt dieses Stundenkreises geht ein Stift, welcher in dem Nordpol an der künstlichen Himmelskugel befestiget ist, und einen kleinen Weiser besitzet, der sowohl mit Umdrehung der Himmelskugel zugleich, als auch für sich allein herumgeführet werden kann. Dieser messingene Mittagskreis, in welchem die künstliche Himmelskugel um ihre Weltpole gedrehet werden kann, hängt in einem hölzernen Gestelle, dessen äußerer breite Rand den Horizont vorstellet, auf welchem man gemeiniglich sieben concentrische Abtheilungen findet, wovon die erste die

*) Briefe über verschiedene Gegenstände aus der Naturlehre a. d. F. übers. von Kries B. I. Leipz. 1792. gr. 8. 33ter Brief S. 177. f.

die Gegenden, die zweyte und dritte den gregorianischen oder verbesserten Kalender, die vierte und fünfte den julianischen und die sechste und siebente die in ihre Grade und Zeichen eingetheilte Ekliptik enthalten.

Endlich befindet sich noch auf der Himmelskugel ein Quadrant von Messingblech, welcher in seine 90 Grade eingetheilet ist, und mit dem einen Ende durch ein Druckschräubchen an einen Punkt des messingenen Meridians befestiget werden kann. Dieser Quadrant dienet, Bogen größter Kreise auf der Himmelskugel abzumessen, und wird Höhenquadrant genannt, weil man ihn vorzüglich im Scheitelpunkt befestiget, und zu Abmessungen der Höhen gebrauchet.

Sonst pflegte man wohl dergleichen Kugeln massiv von Holz zu drehen, und alsdann auf ihre Oberfläche die merkwürdigen Kreise und Punkte nebst den Fixsternen nach ihrer gehörigen Lage aufzutragen. Allein dergleichen Kugeln sind wegen ihrer Schwere sehr unbequem, und außerdem kostbar. Leichter und weniger kostbar verfertiget man sie, wenn ein Gerippe von dünnen hölzernen Reifen mit Gyps in Form einer Kugel überleget, und alsdann mit Streifen überzogen wird, welche schon vorher mit den Kreisen und Gestirnen in Kupfer gestochen, und auf Papier abgedruckt sind. Auf eben diese Weise werden auch die künstlichen Erdkugeln bereitet.

Die Streifen hierzu können eingerichtet werden, wie die zur Verfertigung der Aerostaten gebrauchet werden. M. s. den Artikel Aerostat (Th I. S. 68.). Die Spitzen solcher Streifen fallen alsdann in die Pole, und die Entfernung des einen Pols von dem andern müßte die Hälfte eines Meridianes, folglich die halbe Peripherie eines größten Kreises seyn. Auf dem ebenen Papiere aber sind diese Entfernungen offenbar kleiner als die Seitenlinien der Streifen, da sie doch diesen gleich seyn müßten. Dieser Schwierigkeit wird nun vorzüglich dadurch abgeholfen, daß man das Papier befeuchtet, wodurch es sich dergestalt dehnen läßt, daß bey Aufklebung die kürzere Linie in eine längere gezogen werden

kann. Allein dadurch werden doch die Stellen, welche die Kreise und Gestirne gegen eine solche Linie annehmen, verändert, und da bey den künstlichen Himmelskugeln viel auf die Genauigkeit solcher Stellen ankömmt, so muß schon bey Verzeichnung der Streifen auf die Dehnung des Papiers gesehen werden.

Zur Verzeichnung solcher Streifen findet man Vorschriften beym Doppelmayr [α]). Die Gründe derselben sind zuerst von Pieter Smit [β]) angegeben worden. Die eigentliche Theorie davon hat Herr Kästner [γ]) auseinandergesetzet, welcher zugleich eine ältere Abhandlung von Lowitz [δ]) über diesen Gegenstand hat abdrucken lassen. Dergleichen Streifen zu Kugeln von verschiedenen Größen kann man bey den Kunsthändlern zu Nürnberg und Augsburg erhalten.

Die künstliche Himmelskugel dienet, unter andern mehreren vorgeschlagenen Hülfsmitteln, vorzüglich dazu, sich die Gestirne am Himmel bekannt zu machen. Nur haben sie das Unbequeme, daß man an selbigen die Sterne auf der erhabenen Seite findet, da doch der Himmel dieselben an der innern hohlen Fläche zeiget; daher befinden sich auf der Himmelskugel die Sternbilder verkehrt. Indessen hat dieses Unbequeme doch weiter keine Schwierigkeit, sich sehr leicht darin zu finden, und sie bleiben doch immer noch in jeder Absicht die vorzüglichsten Hülfsmittel zur Bekanntmachung der Gestirne; alles kömmt nur noch dabey darauf an, daß man sie zu jeder Zeit so zu stellen wisse, damit sie die Gestirne nach ihrer Lage eben so zeigen, wie sie am Himmel stehen. Hierzu gehören nun folgende Vorrichtungen:

1. man hänge den Meridian mit der darin beweglichen Kugel auf das hölzerne Gestelle ein, daß der Nordpol an der

α) Dritte Eröffnung der bionschen mathematischen Werkschule. Nürnberg 1721. 4. S. 2.

β) Cosmographia of Verdeelinge van de geheele Wereld. Amst. 2te Ausg. 1720.

γ) De fasciis globis obducendis in comment. soc. Reg. scient. Goetting. 1778. class. mathem.

δ) Commentat. societ. reg. sc. antiquiores Tom. I. ad an. 1778.

der Kugel in die Kerbe des Horizontes komme, welche mit Norden bezeichnet ist.

2. Erhebe man diesen Pol über den Horizont so hoch, als die Polhöhe an dem Orte des Beobachters ist gefunden worden.

3. Nun stelle man das ganze hölzerne Gestelle mit der darin aufgehangenen Kugel so, daß der nördliche Theil gegen Norden zu stehen kommt, welches am besten geschehen kann, wenn man über eine bereits gezogene Mittagslinie den gemeinschaftlichen Durchmesser des Horizontes und des Mittagskreises stellt.

4. Hierauf suche man in dem Kalender auf dem Horizonte denjenigen Grad der Ekliptik, worein die Sonne denselben Mittag tritt, bemerke diesen in der auf der Kugel befindlichen Ekliptik, und führe selbige unter den messingenen Meridian. Den Weiser in dem Stundenkreise richte man alsdann auf 12, so steht die Himmelskugel eben so, wie der Himmel selbst den nämlichen Mittag stehet.

5. Drehet man nun endlich die Himmelskugel von Osten gegen Westen, bis der Weiser auf diejenige Stunde kömmt, in welcher man den Himmel betrachten will, so findet man am Himmel alle Sterne in eben der Ordnung auf einander, als sie auf der Himmelskugel stehen.

Wenn nun die Himmelskugel nach diesen Regeln richtig ist gestellet worden, so lassen sich alsdann verschiedene Aufgaben aus der sphärischen Astronomie auflösen. So wird man z. B. bey Umdrehung derselben wahrnehmen können, welche Sterne beständig sichtbar sind, welche nie aufgehen, und welche in den Zenith des Beobachters kommen. Auch wenn man die Zeit des Auf- und Unterganges eines Sternes finden will, so braucht man nur den Stern an den Morgen- oder Abendhorizont zu führen, der Weiser auf dem Stundenkreise wird die Zeit des Auf- und Unterganges desselben anzeigen. Mehrere Aufgaben hier aufzulösen, würde wider den Zweck seyn, indem solches mehr zur Astronomie gehöret. Außer den gewöhnlichen Lehrbüchern der Astronomie handeln beson-

besonders hiervon Blaeu [α]), Lulofs [β]), Adams [γ]) und Scheibel [δ]).

Da wo große Schärfe erfordert wird, sind freylich die Auflösungen auf diese mechanische Weise gar nicht zu gebrauchen; dessen ungeachtet aber bleiben sie auch alsdann noch sehr brauchbar, weil sie in manchen Fällen durch den bloßen sinnlichen Anblick entscheiden helfen, ob z. B. die berechnete Seite eines sphärischen Dreyecks über oder unter 90°, ob der berechnete Winkel stumpf oder spitz ist u. d. g., welches selbst die Rechnung in manchen Fällen unentschieden läßt.

Die Alten beschäfftigten sich schon mit Verfertigung der künstlichen Himmelskugeln, ihre Modelle aber, von welchen besonders Fabricius [ε]) redet, scheinen doch mehrentheils Armillarsphären gewesen zu seyn. Die Fabel von dem Atlas, welcher den Himmel auf seinen Schultern tragen soll, hat verschiedenen ältern Schriftstellern Gelegenheit zu vermuthen gegeben, daß er der Erfinder der Himmelskugel sey; so erkläret Diodorus Siculus [ζ]) diese Fabel dadurch, daß ein mauritanischer Fürst dieses Nahmens die erste Kugel mit darauf gezeichneten Sternen verfertiget habe, und Cicero sagt: die Fabel, daß Atlas den Himmel trage, rühre bloß daher, weil er eine große Kenntniß von den Bewegungen der Himmelskörper gehabt habe. Nach der Muthmaßung des Gassendi [η]) soll 190 Jahre vor Christi Geburt Eudoxus von Cnidus eine Himmelskugel verfertiget, und die Sternbilder des Aratus darauf gesetzet haben. Nach dem Zeugniß des Suidas soll Musäus, ein Schüler des Orpheus, eine Theogonie ausgearbeitet, und eine Himmelskugel erfunden

α) Institutio astronomica de vsu globorum. Amstel. 1634. 1652. 8.
β) Introductio ad cognitionem atque vsum vtriusque globi. Lugd. Batav. 1748. 8.
γ) Traetise describing the construction and explaining the vse of new celestial and terrestrial globes. the 2d. edit. Lond. 1769. 4.
δ) Vollständiger Unterricht vom Gebrauche der künstlichen Himmels- und Erdkugel. Breslau 1779. 8. 2te Aufl. 1785. 8.
ε) Bibliotheca graeca lib. IV. cap. 14. p. 455. sqq.
ζ) Bibliotheca histor. lib. III. cap. 5. ed. *Seb. Castilio.* Bas. 1559. fol.
η) Opera. Tom. V. p. 375.

den haben. Diogenes Laertius [α]) gebrauchet hierbey in einer Stelle das griechische Wort ποιῆσαι, welches aber wohl mehr von Verfertigung eines Gedichtes zu verstehen ist. Es scheinen daher den Alten die Vorstellungen der Erdkugel bekannter gewesen zu seyn, und Ptolemäus [β]) handelt davon in seiner Geographie in einem eigenen Kapitel.

Die älteste Himmelskugel, welche im borgianischen Museum zu Velitri anzutreffen ist, beschreibt Assemanni [γ]). Die Kugel ist von einem gelben Metall, und bestehet aus zwey Hälften, wovon die eine in die andere eingeschlossen werden kann. Sie steht auf vier Füßen, deren je zwey und zwey gegenüberstehende entgegengesetzte Quadranten von Scheitelkreisen sind. Ihre Höhe beträgt 19¾ vncias. Die innern Durchmesser des Meridians und des Horizontes betragen 0,7 rheinl. Fuß, der äußere Durchmesser vom Meridian 0,78, und vom Horizonte 0,82 rheinl. Fuß. Der Präsul Borgia erhielt sie aus Portugall. Ihre cufische Inschrift ist nach der Uebersetzung des Assemanni folgende: iussu et patrocinio domini nostri, Soldani, regis Alkamel, docti, iusti, orbis religionisque defensoris Muhammedis Ben Abi Bekr Ben Ajub, semper inuicti, descripsit Caissar Ben Abi Alkasem Ben Mosafer Alabraki Alhanasi, anno Hegirae 622, addiditque 16 gradus 46 minuta ad loca stellarum in Almagesto signata. Nach der christlichen Zeitrechnung ist die Jahrzahl 1225. Das Sternverzeichniß des Ptolemäus ist ungefähr für das Jahr Christi 63, also 1162 Jahre früher, wofür der Araber 1160 angenommen, und das Vorrücken der Nachtgleichen jährlich 52 Sekunden gesetzt haben mag.

Vom 15. Jahrhunderte an beschäfftigten sich mit Verfertigung der Himmelskugeln Regiomontan, Schoner, Hartmann

α) Vita philosophor. in prooem. p. 3.

β) Geographia lib. I. cap. 22.

γ) Globus coelestis Cufico - Arabicus Veliterni Musei Borgiani a *Sim. Assemanno*, ling. orient. in seminar. Patauino prof. illustratus, praemissa eiusdem de Arabum astronomia dissertatione et adiectis duobus epistolis Cl. *Josephi Toaldi*, in gymn. Patav. publ. astron. prof. Patav. 1790. 4.

mann u. a., welche aber noch sehr unvollkommen waren. Um das Ende des 15ten Jahrhunderts verfertigte **Martin Behaim** α), ein nürnberger Patricier, welcher sich in Portugall aufhielt, und viele Seereisen gemacht hatte, künstliche Erdkugeln, wovon noch eine in der Bibliothek zu Nürnberg sich befindet, und von **Doppelmayr** abgebildet ist. Im 16ten Jahrhunderte machten sich **Fracastori**, **Gemma Frisius**, **Gerhard Mercator** und **Jodocus Hond** durch Verfertigung künstlicher Erdkugeln berühmt, und im Jahre 1583 brachte **Tycho de Brahe** eine sehr kostbare Himmelskugel von 6 Fuß Durchmesser zu Stande, welche im Jahre 1728 mit der Sternwarte zu Kopenhagen ein Raub der Flammen wurde. Im 17ten Jahrhunderte thaten sich in Holland die Gebrüder **Wilhelm Janson** und **Johann Janson Blaeu** oder **Cäsius** durch Verfertigung künstlicher Erd- und Himmelskugeln hervor. Eine Erdkugel von sieben Fuß im Durchmesser, 1645 bis 1650 von den Erben des **Wilhelm Blaeu** verfertiget, befindet sich auf der Kunstkammer zu Petersburg. Die große hohle gottorpische Weltkugel, welche für den Herzog Friedrich von Holstein von 1656 bis 1664 durch **Andreas Busch** aus Limburg verfertiget ward, und 11 Schuh im Durchmesser hatte, stellte inwendig den Himmel und auswendig die Erde vor, hatte an der Axe in der innern Höhlung einen Tisch mit Bänken für 12 Personen, und am Horizonte eine Gallerie. Sie befindet sich jetzt noch in Petersburg in einem eigenen Hause. Im Jahre 1623 unternahm es **Wilhelm Schickard** β), Kugeln, in deren Höhlung man sehen konnte, zu machen. Auch **Erhard Weigel** γ) verfertigte große hohle Kugeln von Messing und Kupfer, zum Theil mit seinen heraldischen Sternbildern bezeichnet. Er durchlöcherte die Stellen der Sterne, und machte in die Kugelfläche Oeffnungen, durch welche man die Sterne in

α) Doppelmayr's Nachricht von den nürnbergischen mathematicis und Künstlern. Nürnb. 1730. fol. S. 1.

β) Astroscopium — denuo recusum 1698. p. 2.

γ) Beschreibung der verbesserten Himmels- und Erdgloben. Jena, 1681. 4.

in der hohlen Fläche als helle Punkte sahe. Eine sehr große Kugel dieser Art, in welcher 30 Personen Platz haben, befindet sich in Kopenhagen. Zu Anfange des 18ten Jahrhunderts machte sich durch Verfertigung großer Globen der venetianische Kosmograph, **Vincenz Coronelli**, berühmt. Er machte für Ludwig XIV. zwey Kugeln von 13 Schuh Durchmesser, die zu Marly sich befinden, und ihrer Größe ungeachtet wegen ihres genauen Gleichgewichtes mit einem Finger beweget werden können. In Frankreich und England verfertigten **de l'Isle** und **Moll** genauere Globen. In Deutschland lieferte **Ludwig Andreä** zu Nürnberg zuerst Erd- und Himmelskugeln in geringen Preisen, welches auch nachher **Enderſch** zu Elbingen in Preussen und die **homannische Officin** that. Letztere übergab im Jahre 1728 die Besorgung dem Prof. **Doppelmayr**, welcher sie durch **Puschner** in drey verschiedenen Größen zu 6 Zoll, 8 Zoll und 1 rheinl. Fuß im Durchmesser verfertigen ließ. Im Jahre 1749 arbeitete die kosmographische Gesellschaft zu Nürnberg an Verfertigung größerer und genauerer Erd- und Himmelskugeln *), kam aber damit nicht zu Stande, sondern lieferte nur kleine, aber brauchbare Kugeln. Im Jahre 1752 machte **Robert de Vaugondy** für den König von Frankreich ein Paar Globen von 6 Fuß Durchmesser, auf welche 1764 des **de la Caille** entdeckte südliche Sternbilder, und 1774 die Entdekkungen der englischen Seefahrer und der russischen, zwischen Asien und Amerika, nachgetragen wurden. Seit dem Jahre 1766 hat die kosmographische Gesellschaft zu Upsal durch den Kupferstecher **Akermann** und nach dessen Tode durch **Akrell** in Stockholm Kugeln von 2 Fuß, 1 Fuß und 5 Zoll im Durchmesser geliefert. Unter verschiedenen Größen verfertigten **Adams** zu London 1769 und **de la Lande** in Paris 1777 Globen, welche sehr genau waren. Seit 1792 hat **Hr. Bode** neuere Erd- und Himmelskugeln besorget, welche in Nürnberg

*) Avertiſſement des héritiers de Homann ſur la conſtruction de grands globes à Nuernb. 1746. fol. ſecond. avertiſſem. p. Ge. *Maur. Lowiz* 1749. 4. troiſ. avertiſſem. p. *Lowiz* 1753. 4.

berg verfertiget werden, und an Genauigkeit, Schönheit des Stichs und Vollkommenheit alle übrige übertreffen. Sie sind in der weigel- und schneiderschen Kunsthandlung zu Nürnberg und Jena zu haben. Auch die frauenholzische Kunsthandlung zu Nürnberg liefert Globen, welche ebenfalls sehr genau und vollständig sind.

M. s. Kästner Anfangsgründe der angewandten Mathematik. Astronomie §. 119. Pfennig Anleitung zur Kenntniß der mathematischen Erdbeschreibung. Berlin u. Stettin 1779. 8. Cap. 15. S. 116 u. f.

Hitze. Man unterscheidet in der deutschen Sprache gewisse höhere Grade der fühlbaren Wärme, bey welchen gewöhnlich die Empfindung der Wärme schmerzhaft und nicht mehr zu leiden ist, durch den Ausdruck Hitze.

Höfe um die Sonne und den Mond, Halonen (halones, coronae, halons, couronnes) sind helle Ringe, welche die Sonne, den Mond, die Planeten, und bisweilen die Fixsterne umgeben, und bald weiß, bald farbig, wie der Regenbogen sind. Mannigmahl sieht man nur einen, zuweilen aber auch mehrere concentrische Ringe. Die Größe der Höfe ist übrigens gar sehr verschieden; mehrentheils beträgt ihr Durchmesser 45°, kann aber von 2° bis 90° und darüber anwachsen. Die Höfe sind sonst kein seltenes Phänomen an manchen Orten, oft werden sie aber an Orten, die nur einige Meilen von einander liegen, nicht zugleich gesehen. Daher kann auch die Ursache ihrer Entstehung nicht sehr hoch in der Atmosphäre liegen.

Man kann ähnliche Erscheinungen hervorbringen, wenn man bey kalter Luft ein Licht hinter den aufsteigenden Dampf vom warmen Wasser stellet. Eben so wird man einen farbigen Ring um das Licht wahrnehmen, wenn man Fensterscheiben anhauchet, und das Licht einige Fuß davon auf eine Seite, und sich auf die andere stellt. Wenn ferner in einem luftleeren Recipienten wieder Luft hineingelassen wird, und es steht jenseit desselben ein Licht, so wird man selbiges mit einem gefärbten Ringe umgeben wahrnehmen, so bald sich

die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit niederschläget. Diese Bemerkung hat bereits schon **Otto von Guerike** [α]) gemacht. **Musschenbroek** [β]) sahe einmahl im December 1756 durch sein dünn überfrornes Stubenfenster einen bunten Hof um den Mond, welcher verschwand, wenn er das Fenster öffnete. Es scheint also, als ob die eigentliche Ursache der Entstehung der Höfe von der Brechung des Lichtes in den wässerigen Dünsten herrühre. Die unendlich abwechselnden Erscheinungen dabey aber machen es doch sehr schwierig, jedesmahl eine genugthuende Erklärung von den Höfen zu geben, und es scheint nicht allemahl auf die allgemeinen Gesetze der Brechung des Lichtes, sondern auch auf die wechselsweise vorgehende Zurückwerfung und Durchlassung der ungleichartigen Strahlen in dünnen Scheibchen anzukommen, wovon bereits unter dem Artikel, **Farben**, ist gehandelt worden.

Deskartes führet in seiner Dioptrik an, daß kein Hof während des Regens sich sehen lasse, und folgert daher, daß dieses Phänomen von der Strahlenbrechung in den Eistheilen herrühre, welche nach ihrer verschiedenen Erhabenheit demselben bald größere bald kleinere Durchmesser geben sollen. **Gassendi** [γ]) ist der Meinung, daß die Höfe auf eben diese Art, wie die Regenbogen, entstehen, und daß hierbey der Unterschied ganz allein von der verschiedenen Lage des Beobachters herrühre. Allein **Gassendi** hat auf keine Art begreiflich gemacht, wie die gehörigen Farbenstrahlen ins Auge kommen. Auch **Dechales** [δ]) sucht die Entstehung der Höfe aus ähnlichen Gründen, wie den Regenbogen, zu erklären, und führet dabey folgenden Versuch an: wenn auf eine mit Wasser gefüllte Glaskugel die Sonnenstrahlen auffallen, so werden sie hinter ihr einen farbigen Kreis bilden, nachdem sie sich in dem Vereinigungspunkte durchkreuzet haben; er

α) Experimenta de vacuo spatio lib. III. cap. 11. p. 89.
β) Introductio ad philosoph. natural. Tom. II. §. 1250.
γ) De meteoris; in opp. Vol. II. p. 103.
δ) Cursus mathem. Vol. III. p. 758.

er fand, daß die Strahlen des Randes am farbigen Kreise mit der Axe einen Winkel von 23° machten. Aus diesem Versuche meinet er die Entstehung der Höfe völlig zu erklären. Wenn nämlich die Wolken vor der Sonne oder dem Monde weder zu dichte noch zu dünne sind, so müsse jederzeit ein Hof um sie entstehen, und die Regenbogenfarben werden sich an den Tropfen zeigen, die 23 Grad von der Sonne oder dem Monde entfernet sind. Wenn daher der Zuschauer die gehörige Stellung hat, so wird er den Durchmesser des Hofs unter einem Winkel von 46° sehen. Daß die Farben an dem Hofe blässer als an dem Regenbogen seyen, rühre daher, weil jener nicht in großen Regentropfen, sondern in sehr kleinen Dünsten gebildet werde. Die farbigen Kreise, welche man um Lichtflammen sieht, leitet er von einer im Auge befindlichen Feuchtigkeit ab, weil er diese Erscheinung durch bloße Dünste nicht habe hervorbringen können, wenn er seine Augen wohl ausgewischt habe.

Die vornehmste Theorie der Höfe hat **Huygens** *) vorgetragen. Er nimmt zu dem Ende kleine Kügelchen mit einem undurchsichtigen Kerne in der Atmosphäre, etwa so groß als Rübsamen, an. Wären also (fig. 108.) a, b, c, d solche Kügelchen, auf welche die mit der Linie ca parallelen Sonnenstrahlen auffallen, so werden die auf den undurchsichtigen Kern auffallenden Strahlen gänzlich abgehalten, die am Kern hingehenden aber in e, f, g, h unter einem Winkel zusammengelenkt, dessen Größe auf das Verhältniß des ganzen Kerns zur ganzen Kugel ankömmt. Man nehme an, es sey dieser Winkel 46°, das Auge habe seine Lage in o, und sehe die Sonne nach der Linie oa; der Winkel aod sey der Hälfte jenes Winkels, mithin hier 23° gleich, so erhellet, daß von allen zwischen a und d liegenden Kügelchen keine Sonnenstrahlen ins Auge kommen. Denn von b z. B. werden diejenigen Strahlen, welche nahe am undurchsichtigen Kern vorbeygehen, nach i und m kommen, die von d zunächst

*) Philosoph. transact. Vol. V. n. 60. diss. de coronis et parheliis; in opp. reliquis. Amstel. 1728. 4.

nächst am Kern hinstreichenden nach k und n u. s. f.: diejenigen Strahlen aber, welche noch weiter gegen den Rand zu einfallen, werden noch weiter vom Auge abgelenket. Es wird folglich d das erste Kügelchen seyn, von welchem der Strahl do wieder ins Auge kömmt. Wenn nun die Figur um die Axe ae gedrehet wird, so sieht man leicht, daß innerhalb eines Kreises vom Halbmesser 23° oder vom Durchmesser 46° diese Kügelchen alle Sonnenstrahlen abhalten, hingegen die am Umfange dieses Kreises liegenden wieder Licht ins Auge senden, woraus die Erscheinung eines dunkeln Flecks um die Sonne selbst, und eines hellen Kreises von bestimmtem Durchmesser um das Dunkele folget. **Huygens** nimmt an, daß diese Kügelchen zuerst feiner Schnee gewesen sey, welcher durch die beständige Bewegung der Luft die runde Gestalt bekommen habe, und darauf nach außen hin aufgethauet sey. Er berechnet, daß sich der Halbmesser des ganzen Kügelchens zum Halbmesser des Kerns wie 1000:480 verhalten müsse, wenn der Hof 45° im Durchmesser, und wie 1000:680, wenn er im Durchmesser 90° seyn muß.

Weidler [α]) hält es aber nicht für wahrscheinlich, daß Körper, wie **Huygens** sie voraussetzet, gerade mit den gehörig abgemessenen Kernen vorhanden seyn sollten, und wenn sie auch wirklich wären, würden sie, wie er meinet, doch zu klein seyn, die ihnen zugeschriebenen Wirkungen hervorzubringen. Außerdem wären die Höfe um Lichtflammen nichts Ungewöhnliches, wo es solche kleine Kügelchen mit Kernen gewiß nicht gäbe. Bloß kleine Wassertropfen ohne einen undurchsichtigen Kern, worin das Licht zweymahl gebrochen und zweymahl zurückgeworfen worden, seyn hinlänglich, alle die Erscheinungen solcher Höfe hervorzubringen, an welchen die rothe Farbe nach der Sonne hinliegt, wie es sich auch durch die Erfahrung beweisen lasse. **Mariotte** [β]) leitet die Entstehung der kleinen Höfe von der zweymahligen Brechung des Lichtes in wässerigen Dünsten ab: diejenigen, welche zwey

Mmm 2 Reihen

α) Diss. de parheliis. Viteb. 1738. 4.
β) Oeuvres de *Mariotte* p. 268. sqq.

Reihen von Farben zeigen, aus kleinen Stücken von Schnee, die gegen die Enden zu etwas erhaben sind; und die größern Höfe, besonders die von 45° im Durchmesser, aus gleichseitigen Prismen von Eis, welche er sich in einer gewissen Lage gegen die Sonne vorstellet.

Newton's a) Meinung von der Entstehung der Höfe geht dahin, daß die größern und wenigern Abwechselungen unterworfenen Erscheinungen dieser Art nach den allgemeinen Gesetzen der Brechung entstehen. Die kleinern und veränderlichen aber mit den Erscheinungen der Farben an dünnen Blättchen einerley Ursache haben. Das Licht, welches durch Regentropfen und durch sphärische Hagelkörner zweymahl ohne Zurückwerfung gebrochen wird, müsse am stärksten in einer Entfernung von etwa 26 Grad von der Sonne seyn, und von da auf beyden Seiten nach der Sonne hin, und von ihr abwärts allmälig schwächer werden. Seyen die Hagelkörner aber nur ein wenig platt gedrücket, so könne das durchgehende Licht so stark seyn, daß dadurch in einer etwas kleinern Entfernung als 26 Grad ein Hof entstehet, welcher auch Farben bekommen kann, und dann müsse er inwendig roth und auswärts blau erscheinen. Hätten die Hagelkörner inwendig undurchsichtige Kerne, wie **Huygens** angenommen habe, so werden dadurch die Höfe sehr gut erkläret, indem solche Hagelkörner die Höfe inwendig roth, auswärts farbenlos, und innerhalb des Rothen dunkler als auswärts machen könnten, wie es an den Höfen wahrgenommen werde. Noch füget er hinzu, daß das Licht, welches nach zwey Brechungen und drey oder mehr Zurückwerfungen in dem Tropfen ins Auge komme, schwerlich stark genug sey, um so helle Bögen hervorzubringen. An einem andern Orte β) nimmt er die Farben an dünnen Scheibchen und die Anwandlungen des leichtern Durchgehens oder Zurückgehens zu Hülfe, woraus beym Durchgange des Lichtes durch kleine Tropfen concentrische Ringe entstehen müßten. Ist z.B. der Durchmesser eines

a) Optice lib. II. P. 2. prop. 9.
β) Optice lib. II. P. 4. obs. 13.

eines Wassertropfens $\frac{1}{500}$ Zoll groß, so müsse der Durchmesser des erstern rothen Ringes $7\frac{1}{4}$ Grad, des zweyten $10\frac{1}{4}$ Grad, des dritten $12^\circ\ 33'$ betragen, und für noch größere oder kleinere Wassertröpfchen würden die Ringe kleiner oder größer ausfallen. Diese Theorie sucht er durch Beobachtungen von concentrischen farbigen Höfen zu bestätigen, welche er im Juni 1692 um die Sonne, und im Februar 1664 um den Mond gesehen hat. Die Farbenringe fanden sich fast in eben der Ordnung, welche man an den concentrischen Ringen zwischen zusammengedruckten Gläsern wahrnimmt. M. s. Farben. Bey der letztern Beobachtung fand er den innern Ring 3°, den zweyten $5\frac{1}{2}^\circ$ groß. Zunächst um den Mond war ein weißer Kreis, worauf der innere Ring folgte, welcher einwärts bläulichgrün, und nach außen gelb und roth war, und zunächst diesem folgte blau und grün an der innern Seite des zweyten Ringes und roth auf der äußern Seite desselben. Zugleich erschien auch ein sehr großer Hof um den Mond von $22\frac{1}{2}^\circ$ Durchmesser. Dieser hatte eine elliptische Gestalt, welche von Smith als ein bloßer Gesichtsbetrug angesehen wird, indem wir selbst den Mond am Horizonte für größer als in der Höhe halten.

Simon Kotelnikow *) sieht den bunten Hof, welcher bisweilen um eine Lichtflamme erscheinet, als von einerley Art mit dem der Regenbogen an, welche nahe bey der Sonne erscheinen würden, wenn ihr überstarker Glanz es nicht hinderte.

Musschenbroek meinet, es möchten die Dünste oder Scheibchen Eis von einer gewissen Dicke nach Maßgabe derselben, das Licht entweder beym Durchgange durch die Wassertropfen selbst oder durch ihre Zwischenräumchen in allerhand Farben zerspalten; läßt sich aber auf die nähere Bestimmung dieser Dicke oder der Größe ihrer Theilchen weiter nicht ein.

*) Nov. commentat. Petropol. Vol. VII. p. 276.

Bouguer [α]) nahm auf dem Berge Pichincha von Peru eine Art von Hof gewahr. Gerade als die Sonne aufging, sahe er auf einer weißen, etwa 30 Schritte von ihm entfernten Wolke, seinen eigenen Schatten am Kopfe mit einer Art von Glorie umgeben, welche aus drey oder vier kleinen concentrischen Kreisen bestand, die mit sehr lebhaften Farben, jeder wie der innere Regenbogen, geschmückt waren, und auch das Rothe nach außen hin hatten. Diese Kreise waren in einer ziemlich großen Weite von einem weißen Kreise umschlossen. Die Durchmesser der kleinern Kreise waren $5\frac{2}{3}$, 11, und 17 Grad, der des größern 67 Grad. Diese Erscheinung beobachtete er und seine Gefährten hernach oft wieder, aber nur in Wolken, welche aus gefrornen Theilchen bestanden, niemahls in Regentropfen. War die Sonne nicht mehr im Horizonte, so war von dem weißen Kreise bloß ein Theil zu sehen. Eine dieser Erscheinung ähnliche beobachtete auch Dr. Mac-Fait [β]) in Schottland, auf einer Anhöhe bey einem Nebel. Die dabey beobachteten Farben scheint er von der Beugung des Lichtes abzuleiten.

Ueberhaupt suchet Herr Hube [γ]) die Ursache von der Entstehung der Höfe in der Beugung des Lichtes. Es sey ein leuchtender Punkt, z. B. ein Fixstern, sehr weit von dem Auge (fig. 109.) o in der geraden Linie eo, so kann man alle von ihm kommende Strahlen, welche auf Dünste fallen, die nicht weit vom Auge abstehen, als parallel mit eo ansehen. Setzt man also, es befinden sich zwischen dem Auge und dem Sterne einzelne niedergeschlagene Wasserdünste, welche jederzeit die Gestalt sehr kleiner kugelrunder Luftbläschen haben, in der Atmosphäre. Das Licht, welches durch die Bläschen selbst gehet, wird zwar sehr geschwächt, aber nicht von seinem Wege abgelenkt, weil die Bläschen mit Luft angefüllt, und ihre Häute sehr dünn, und in parallele Seiten

α) Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1744; imgl. Ulloa's Reisen, in der allgemeinen Historie der Reisen. Th. IX.

β) Edinburgh essays Vol. I. p. 198.

γ) Vollständiger Unterricht in der Naturlehre B. II. Leipz. 1793. 8. 68. Brief S. 543 u. f.

Seiten eingeschlossen sind. Das Licht hingegen, welches zwischen den Bläschen hindurchgehet, von welchen Herr Hube annimmt, daß sie ziemlich weit von einander abstehen, und einen dünnen Nebel bilden, leidet großen Theils eine Beugung, indessen verändert es doch seine Richtung nicht merklich, so lange es sich in der Masse der Dünste befindet. Denn gesetzt, es wird von einem Bläschen nach der Seite getrieben, so findet es gleich darauf ein anderes Bläschen, welches es eben so stark nach der linken Seite zurücktreibt, und also die Wirkung des ersten Bläschens zernichtet. Sobald aber ein Strahl an die äußersten Bläschen nach dem Auge zu kömmt, und hier, weil die Dünste etwas weit auseinander sind, merklich abgebogen wird, so trifft er weiter nichts an, was die Beugung vernichten könnte, und er weicht daher von seiner vorigen Richtung stark ab, indem er nach dem Auge fortgehet. Gesetzt das Auge o empfange den abgebogenen Strahl von r; ist nun der Winkel eor dem Winkel eop gleich, und p auch ein äußerstes Theilchen, so muß das Auge auch von p einen abgebogenen Strahl erhalten. Denn da alle Bläschen Kugeln sind, so stoßen sie das Licht nach allen Seiten gleich stark ab. Stellt man sich vor, daß die Linie or um oe als eine unbewegliche Axe sich kegelförmig dreht, und also r einen Kreis beschreibet, so muß von allen in diesem Kreise liegenden Bläschen das gelten, was von p gesagt ist. Das Auge empfängt von allen Licht, sieht also einen hellen Kreis, einen Hof um den Stern; in der Fläche dieses Kreises hingegen empfindet es einen Mangel des Lichtes, weil alle zwischen p und r, und in der ganzen Kreisfläche befindliche Bläschen, so wie q, eine Menge Licht zurückhalten und abbeugen, daß es nicht ins Auge o kommen kann. So entstehen die Höfe auch um die Sonne und um den Mond, ja selbst um ein brennendes Licht, dessen Flamme man durch den Dampf vom kochenden Wasser, durch angehauchte Glasscheiben u. s. f. betrachtet. Sind die abgebogenen Strahlen wenig getheilt, so erscheinet der Hof bloß als ein heller Kreis. Sind

 sie

sie etwas abgesondert, aber schwach, so zeiget er sich gelb-röthlich, weil unter allen Farben die rothe und die gelbe das Auge am stärksten rühren, und die Farben, welche wir sehen, oft so schwach sind, daß wir diejenigen gar nicht bemerken, die auf das Auge überhaupt nicht starke Eindrücke machen. Aber zuweilen ist dennoch der Kreis, welcher um den leuchtenden Körper erscheinet, besonders wenn die Dünste, in welchen er sich bildet, weit genug vom Auge sind, mit allen Farben des Prisma deutlich bemahlt.

Durch die Beugung werden oft die Lichtstrahlen gleichsam in verschiedene Haufen abgesondert, weil die nächsten viel stärker zurückgestoßen werden, als die entferntern, wiewohl nach Herrn Hube alle Umstände bey dieser Sache noch nicht gehörig untersuchet sind. So bemerkte oft Newton drey verschiedene Farbensäume in dem gebogenen Lichte bey seinen Versuchen. Dieses scheint die Ursache zu seyn, daß man zuweilen mehrere concentrische Kreise um die Sonne und den Mond sieht. Denn es seyen z. B. ra, rb, ro die Richtungen der drey vornehmsten abgebogenen Strahlenhaufen, und oc, od mit rb und ra parallel, so wird das Auge in o nicht nur einen hellen, oder gefärbten Kreis vom Durchmesser qr, sondern zugleich auch noch zwey andere Kreise von den Durchmessern qc und qd sehen, wenn anders allenthalben in der Entfernung qc und qd um q herum Dünste vorhanden sind. Oft kann uns auch ein solcher Kreis elliptisch zu seyn scheinen, wenn wir gewisse Theile von ihm am Himmel weiter von uns entfernet halten, als andere. Je näher das Auge den Dünsten ist, um desto weniger Licht kann durch die mittleren Bläschen ganz von ihm abgebeuget werden. Daher sieht es bey großer Weite einen hellen Kreis, der einen etwas dunkeln Raum einschließt; nahe aber bey den Dünsten bloß einen hellen runden Schein um den leuchtenden Körper, welcher durchgehends fast gleich erleuchtet ist. Uebrigens kann auch nach Herrn Hube's Meinung zu den Regenbogenfarben der Kreise oft die Elektricität der Dünste viel beytragen.

M. s.

M. s. **Priestley** Geschichte der Optik durch **Klügel**. S. 432 u. f.

Höhe eines Ortes (altitudo loci, hauteur d'un lieu) ist die Perpendikularlinie der äußersten Grenze des Ortes bis auf die erweiterte Horizontalfläche eines andern Ortes. Bey geringen Höhen eines Ortes auf der Erdfläche kann ohne merklichen Fehler die scheinbare Horizontalebene angenommen werden, auf welche die vertikale Linie als die Höhe des Ortes fällt; hingegen im Großen, wo es auf Genauigkeit ankömmt, muß man die mit der Erdfläche selbst concentrische Horizontalfläche nehmen. Gewöhnlich werden die Höhen der Oerter von der Meeresfläche aus gerechnet, welches jederzeit zu verstehen ist, wenn nicht ausdrücklich das Gegentheil ist erinnert worden. In der praktischen Meßkunst macht die Höhenmessung einen wichtigen Gegenstand aus, und von den Höhenmessungen mittelst des Barometers s. m. den Artikel, **Höhenmessung, barometrische**.

Die Höhen der vornehmsten Berge auf der Erdfläche findet man in dem Artikel, **Berge**, angegeben.

Höhe eines Gestirnes (altitudo astri, hauteur d'un astre) ist der Bogen eines Scheitelkreises, welcher zwischen dem Horizonte und dem Gestirn des Himmels, zu welchem der Scheitelkreis gehöret, enthalten ist. Dieser Bogen ist das Maß des Winkels, welchen die nach dem Gestirn gezogene Gesichtslinie mit dem Horizonte macht. Weil der Bogen des Scheitelkreises zwischen dem Horizont und dem Zenith jederzeit ein Quadrant ist, mithin 90° ausmacht, so ist der Abstand der Höhe des Gestirnes vom Scheitel allemahl das Complement der Höhe zu 90 Graden. Sterne, welche bey uns nie auf- und untergehen, erreichen täglich einmahl ihre größte und einmahl ihre kleinste Höhe; in beyden Fällen nämlich, wenn sie in den Mittagskreis kommen, wobey von Erreichung der größten Höhe bis zur kleinsten gerade 12 Stunden, und von dieser bis zur größten abermahls 12 Stunden verfließen. Unter diesen Sternen kann es einige geben, deren kleinste Höhe = 0 ist, d. h. welche beym täg-

 lichen

lichen scheinbaren Umlauf einmahl im Horizonte anlangen. Diejenigen Sterne hingegen, welche bey uns auf- und untergehen, erreichen täglich nur einmahl ihre größte Höhe, und beym Auf- und Untergehen ist ihre Höhe = 0. Azimuth und Höhe zusammen bestimmen den Ort des Gestirnes für den Augenblick der Beobachtung, aber wegen des Fortrückens der Sterne ändern sich diese Bestimmungen alle Augenblicke.

Was die Messungen der Höhe der Gestirne betrifft, so wird dieß eben so verrichtet, wie die Messung der Winkel in der praktischen Geometrie, nur werden hier vorzüglich genaue Werkzeuge und große Aufmerksamkeit erfordert. Zur Bestimmung der Mittagshöhen der Sterne dienet vorzüglich der Mauerquadrant. Gleich große Höhen vor und nach dem Durchgange durch den Mittagskreis heißen **übereinstimmende** oder **zusammen gehörige Höhen** (altitudines correspondentes).

Höhenmessung, barometrische (altitudinum mensuratio ope barometri, détermination des hauteurs par le moyen du barométre) ist die Messung der Höhen vermittelst des Barometers, welche sich auf den verschiedenen Druck der Luft in verschiedenen Höhen über der Erdoberfläche gründet, und daher ganz auf physikalischen Gründen beruhet.

Es ist bereits unter dem Artikel, **Barometer**, angeführet worden, daß gleich nach Erfindung der torricellischen Röhre der Rath **Perrier** zu Clermont in Auvergne, auf Veranlassung seines Schwagers **Pascal**, Versuche damit in der Höhe über der Erdfläche anstellte, welche die Vermuthung des **Pascals**, daß nämlich das Quecksilber auf größerer Höhe in der torricellischen Röhre immer weiter herabsinken müsse, völlig bestätigte. **Pascal** *) führet auch an, daß **Perrier** am 19ten Sept. 1648 den Stand des Quecksilbers im Garten des Klosters der Minimen zu Clermont 26 Zoll 3½ Linie, auf der Spitze des **Puy de Dome** aber nur 23 Zoll 2 Linien gefunden habe, daß also für diesen etwa 500 Toisen hohen Berg der

*) Traité de l'équilibre des liqueurs et le pésenteur de la masse d'air. Paris 1663. 12.

der Unterschied 3 Zoll $1\frac{1}{2}$ Linie betrage. **Pascal** selbst beobachtete das Quecksilber auf dem 24 Toisen hohen Thurme der Kirche St. Jacques de la Boucherie in Paris über 2 Linien niedriger als unten. Daraus schließt er nun, daß das Quecksilber in der torricellischen Röhre nicht allein den Druck der Luft anzeige, sondern vermuthet auch schon, daß man dadurch Mittel erhalten könne, die Höhe eines Ortes über andere von ihm entfernte zu bestimmen. Nachdem etwa 20 Jahre darauf **Mariotte** [a]) das so genannte mariottische Gesetz entdecket hatte, daß sich die Dichtigkeit der Luft wie die Kraft, mit welcher sie zusammengedrücket wird, verhalte, so gab dieß auch Veranlassung, eine Regel für Höhenmessungen mit dem Barometer festzusetzen. Versuche, welche man in den Kellern der pariser Sternwarte mit dem Barometer anstellte, zeigten, daß es um eine Linie herabsank, wenn man es 63 Fuß höher brachte, wofür **Mariotte**, der leichtern Rechnung wegen, 60 Fuß setzt. Stand also das Barometer auf 28 Zoll oder 336 paris. Linien, so mußte es auf 60 Fuß erhoben werden, wenn es 335 Linien zeigen sollte. **Mariotte** stellte sich nun die Atmosphäre in Schichten getheilet vor, in deren jeder das Barometer $\frac{1}{12}$ Linie tiefer fällt, wovon also jede gleichviel Luft enthält. Er bekömmt also überhaupt $336 \times 12 = 4032$ solcher Schichten, wenn das Barometer in der niedrigsten Schichte 28 Zoll Quecksilber enthalten und in der obersten ganz leer seyn soll. Da er nun zu unterst 60 Fuß Höhe auf eine Linie Quecksilberfall rechnet, so erhält die unterste Schichte den 12ten Theil davon, mithin 5 Fuß.

Wenn daher in einer gewissen Höhe über der Erdfläche das Quecksilber im Barometer noch 14 Zoll zeigte, so müßte nach dem mariottischen Gesetze der Druck der Luft und ihre Dichtigkeit nur halb so groß seyn, als unten, mithin die Höhe der 2016ten Schichte selbst doppelt so groß oder 10 Fuß seyn. Bedeutet also überhaupt die Höhe des Barometers am Anfange einer Schichte in Zwölftheilen einer pariser Linie ausgedruckt

a) Discours de la nature de l'air. 1676. 8. und in den oeuvres de Mariotte. à la Haye 1740. 4. Tom. I.

gedruckt $= y$, so wird man die Höhe einer jeden Schichte durch die Formel $\frac{4032.5}{y}$ ausdrücken müssen. Mithin geben die Höhen aller Schichten zusammen folgende Reihe:

$$\frac{4032.5}{4032} + \frac{4032.5}{4031} + \frac{4032.5}{4030} + \frac{4032.5}{4029} \ldots + \frac{4032.5}{y+1} + \frac{4032.5}{y}.$$

Berechnet man alle Glieder dieser Reihe einzeln für sich bis auf das Glied $\frac{4032.5}{y+1}$, und addiret sie, so erhält man die ganze Höhe der Luftsäule bis dahin, wo die Barometerhöhe $= y$ ist. Diejenige Luftschicht, welche zum Divisor y hat, liegt schon außer dem Orte der Beobachtung, und darf also nicht mitgerechnet werden. **Mariotte** scheuete aber die Mühe, die Glieder dieser Reihe zu berechnen, und nahm an, sie sey eine arithmetische Progression, deren erstes Glied 5, und deren letztes $\frac{4032.5}{y+1}$ sey. Diese alsdann nach den gewöhnlichen Regeln summirt, gab ihm die Höhe der Luftsäule.

Herr **de Lüc** *a*) gab sich die Mühe, alle einzelne Glieder zu berechnen, und sie zusammen zu addiren, um die Barometerhöhe von 28 Zoll bis 16 Zoll für alle einzelne Zolle zu suchen, und selbige in eine Tabelle zu bringen, wobey er für eine Linie Herabsinken des Quecksilbers im Barometer nach Mariotte's Erfahrung wieder 63 Fuß gesetzet, die Schichten aber eine Linie hoch angenommen hatte. Diese Tabelle gibt für die Barometerhöhe von 15 Zoll 10 Linien auf dem Coraçon die Höhe dieses Berges 12039 Fuß oder 2006 Toisen über der Meeresfläche. Es beträgt aber die Höhe dieses Berges 2470 Toisen (m. s. **Berge**); mithin findet man nach Mariotte's Regel große Höhen viel zu klein. Der Grund davon liegt nicht allein darin, daß Mariotte die Voraussetzung annahm, daß man nur 63 Fuß höher über

a) Untersuchung über die Atmosphäre Th. I. S. 296.

über die Erdfläche kommen müsse, wenn das Barometer um 1 Linie herabfallen sollte, sondern auch selbst in seiner angegebenen Regel, welche ganz fehlerhaft ist. **Mariotte** sahe zwar wohl ein, daß man das Wachsthum der Luftschichten nach den Regeln bestimmen könne, nach welchen man die Logarithmen findet; allein er gebrauchte diese doch wirklich nicht, und suchte daher durch Addiren das, was man durch Integriren finden muß. Daß aber Mariotte's Angabe von 63 Fuß viel zu klein sey, ergibt sich schon aus **de la Hire's** Beobachtungen *), welche er ebenfalls in den Kellern der pariser Sternwarte anstellte, er fand nämlich $74\frac{2}{3}$ Fuß Höhe für 1 Linie Quecksilberfall. Auch **Horrebow** β) führet an, daß er, als das Barometer auf 28 Zoll Höhe stand, 75 Fuß habe steigen müssen, bis es eine Linie gesunken sey.

Halley war der erste, welcher zu dieser Absicht die Logarithmen wirklich in Anwendung brachte, und übergab dieserwegen der königlichen Gesellschaft einen Aufsatz γ). Bey dieser ganz richtigen Theorie legte er die Hyperbel zwischen den Asymptoten zum Grunde, wie es dazumahl gewöhnlich war. Hier wird es aber vortheilhafter seyn, die Theorie nach Herrn **Kästner** δ) in möglichster Kürze durch Rechnung vorzutragen.

Es sey (fig. 110.) f im Horizonte, k darüber um die Höhe $fk = x$ erhaben; bey f sey die Höhe des Quecksilbers im Barometer $= \alpha$, und bey $k = y$; bey f verhalte sich die Dichtigkeit der Luft zur Dichtigkeit des Quecksilbers wie $\mu : 1$, wo μ natürlich ein sehr kleiner Bruch seyn wird. Da nun nach dem mariottischen Gesetze die Dichtigkeiten

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1709.
β) Elementa philosoph. natural. Hafn. 1748. 8. cap. 8.
γ) A discourse of the rule of the decrease of the height of the Mercury in the barometre; in d. philosoph. transact. n. 181. u. in miscellan. curiosis Lond. 1705. 8.
δ) Abhandlung von Höhenmessung. durch das Barometer S. 223. u. f.

ten der Luft in f und k wie die Drücke der Luft auf das Quecksilber, folglich wie die Barometerhöhen, oder wie $\alpha : y$ sich verhalten, so ist die Dichtigkeit der Luft in $k = \frac{\mu y}{\alpha}$.

Indem man aus k um dx steiget, falle das Quecksilber um dy. Die Höhe der Quecksilbersäule nimmt ab, indem die Höhe, um welche man hinaufsteiget zunimmt, mithin gehören beyden Höhen entgegengesetzte Aenderungen zu, zu $+ dx$ gehöret hier $- dy$. Umgekehrt, wenn man niederwärts ginge, gehöret zusammen $- dx$ und $+ dy$.

Die Abnahme der Barometerhöhe, oder $- dy$, muß dem Gewichte einer Luftsäule von der Höhe dx gleich seyn. Um so viel nämlich dieses Gewicht beträgt, um eben so viel nimmt der Druck der Luftsäule von der Höhe dx ab. Da man nun hier die Dichtigkeit der Luftsäule in der unendlich kleinen Höhe dx durchaus als gleichförmig annehmen muß, so ist das Gewicht dem Produkte der Dichtigkeit in die Höhe dx gleich, oder es ist das Gewicht $= \frac{\mu y}{\alpha} \cdot dx$. Folglich ergibt sich

$$- dy = \frac{\mu y}{\alpha} \cdot dx \text{ und } - \frac{\alpha}{\mu} \cdot \frac{dy}{y} = dx$$

woraus für $x = 0$, das Integral folgt

$$x = \frac{\alpha}{\mu} \cdot \text{log. nat.} \frac{\alpha}{y}.$$

Den natürlichen Logarithmen, welcher hier durchs Integriren entstehet, kann man aus dem gewöhnlichen briggischen finden, wenn man letztern mit dem natürlichen Logarithmen der Zahl 10, d. i. mit der Zahl 2, 30258586 multipliciret. Man setze diese Zahl $= e$, so hat man

$$x = \frac{\alpha}{\mu} \cdot e \log. \frac{\alpha}{y}.$$

Man nehme ferner für eine andere Höhe über f, oder für fh die Höhe des Barometers in $h = Y$, so wird

fh

$$\int h = \frac{\alpha}{\mu} \cdot e \log. \frac{\alpha}{Y}, \text{ hiervon}$$

$$\int k = \frac{\alpha}{\mu} \cdot e \log. \frac{\alpha}{y} \text{ abgezogen}$$

$$\text{gibt } kh = \frac{\alpha}{\mu} \cdot e \log. \left(\frac{\alpha}{Y} : \frac{\alpha}{y}\right)$$

$$= \frac{\alpha}{\mu} \cdot e \,(\log. y - \log. Y).$$

Hieraus ergibt sich diese allgemeine Regel. **Wenn man die Differenz der Logarithmen von y und Y oder von den Barometerhöhen mit der Zahl $\frac{\alpha}{\mu} \cdot e$ multipliciret, so erhält man die Höhe kh.**

Der Coefficiente $\frac{\alpha}{\mu} \cdot e$, welcher beständig ist, hat zwey Faktoren, wovon der eine e bloß dazu dienet, um die natürlichen Logarithmen der Bequemlichkeit der Rechnungen wegen in briggische zu verwandeln, der andere $\frac{\alpha}{\mu}$ aber die Barometerhöhe α, oder der Ausdruck des Gewichtes der Luftsäule durch die Dichtigkeit der Luft an derselben Stelle μ dividiret ist. Folglich ist $\frac{\alpha}{\mu}$ **die Höhe einer Säule von flüssiger Materie, welche überall die Dichtigkeit der Luft im Horizonte hat, und gerade so stark drückt, als die Atmosphäre.**

Es drückt aber auch α die absolute Elasticität der Luft in $\int$ aus, weil jederzeit dieselbe dem Gewichte der darauf drückenden Luftsäule gleich seyn muß. Nun verhält sich aber die specifische Elasticität, wie der Quotient der absoluten durch die Dichtigkeit μ dividiret. M. s. **Elasticität** (Th. I. S. 849.), folglich ist $\frac{\alpha}{\mu}$ der specifischen Elasticität der Luft in $\int$ proportional.

Setzt

Setzt man der Kürze wegen $\frac{\alpha}{\mu} = \gamma$, so ist $x = \gamma . e \log. \frac{\alpha}{\mu}$. Man kann sich eine logarithmische Linie vorstellen, wovon die Abscissen die x und die dazu gehörigen Ordinaten die y der Formel ausdrücken, die Gleichung für diese Linie würde selbst die Formel, $dx = -\frac{\gamma . dy}{y}$ ihre Differenzialgleichung und $-\gamma$ ihre Subtangente seyn. Dieser negative Ausdruck zeiget an, daß die Subtangente nicht, wie sonst, gegen den Anfang der Abscissen, sondern von derselben abwärts nach der entgegengesetzten Richtung fällt, indem hier mit dem Wachsthum der Abscissen die dazu gehörigen Ordinaten abnehmen. Daraus folgt, daß die Subtangente dieser krummen Linie der specifischen Elasticität der Luft proportional, und der Höhe einer Säule von einer flüssigen Materie gleich ist, deren Dichtigkeit mit der Dichtigkeit der Luft am Horizonte einerley ist, und welche das Gewicht der Atmosphäre hat. Da nun ferner aus $\gamma = \frac{\alpha}{\mu}$ sich $\frac{\gamma}{\alpha} = \frac{1}{\mu}$ ergibt, so ist klar, daß die Subtangente durch die Barometerhöhe am Horizonte dividiret angibt, wie vielmahl 1 größer als μ, oder das Quecksilber schwerer als die im Horizonte befindliche Luft ist.

Bey dieser allgemeinen Theorie kömmt es nur noch auf den bestimmten Werth von γ an, welcher aus der Erfahrung erkannt werden muß. Nach **Mariotte** wird für $\alpha = 336$ Linien, und $y = 335$ Linien $x = 63$ Fuß, oder 10,5 Toisen; hiernach wäre also $10{,}5 = \gamma . e (\log. 336 - \log. 335)$, woraus $\gamma e = 8111$ Toisen, und $\gamma = 3522$ Toisen gefunden wird, folglich müßte das Quecksilber 9058 Mahl dichter als die Luft im Horizonte seyn. **Halley** nimmt dagegen an, das Wasser sey 800 Mahl schwerer als die Luft, und das Quecksilber $13\frac{1}{2}$ Mahl schwerer als das Wasser, welches

welches also $\frac{1}{\mu} = (13 + \frac{1}{2}) \cdot 800 = 10800$ gibt. Die Stelle, wo dieses Statt findet, oder am Ufer des Meeres, nimmt er die Barometerhöhe daselbst $\alpha = 30$ englische Zoll; folglich ist $\frac{\alpha}{\mu} = \gamma = \frac{30 \cdot 10800}{12} = 27000$ engl. Fuß. Dieses nach dem Verhältnisse 153 : 144 auf das pariser Maß gebracht, gibt $\gamma \cdot e = 58512$ Fuß oder 9752 Toisen. Es ist also

nach **Mariotte** $x = 8111\ (\log. \alpha - \log. y)$

nach **Halley** $x = 9752\ (\log. \alpha - \log. y)$.

Es ist hier besonders merkwürdig, daß der Coefficient, welchen **Halley** aus den specifischen Gewichten gefunden hat, der Wahrheit weit näher kömmt, als der, welcher aus **Mariotte's** Beobachtungen folget.

Viel Aehnliches mit des **Mariotte's** Verfahren hat des berühmten dänischen Astronomen, **Peter Horrebow**, seines. Er stellt sich ebenfalls die Atmosphäre in Schichten getheilet vor, in deren jeder das Quecksilber um eine Linie fällt, berechnet, wie weit jede unterste Grenze von ihrer obersten ist, und findet daraus die Höhe, die einem gegebenen Barometerstande gehöret. Für $\alpha = 336$ Linien und $y = 335$ Linien ist $x = 12{,}5$ Toisen, folglich $12{,}5 = \gamma \cdot e\ (\log. 336 - \log. 335)$, woraus $\gamma \cdot e$ nach gehöriger Rechnung $= 9657$ gefunden wird; folglich ist nach ihm

$x = 9657\ (\log. \alpha - \log. y)$

Johann Jakob Scheuchzer [a]) maß mit der Schnur beym Pfeffersbade in der Grafschaft Sarganz einen Felsen von 714 paris. Fuß. Das Quecksilber stand unten 25 Zoll $9\frac{1}{3}$ Linien $= 309\frac{2}{3}$ Linien paris. Maß, oben 10 Linien tiefer, also $299\frac{1}{3}$ Linien. Hieraus folget also 714 Fuß $= 119$ Toisen $= \gamma \cdot e\ (\log. 309\frac{1}{3} - \log. 299\frac{1}{3})$, woraus man $\gamma e =$ 8338

[a]) Bergreise in s. Naturgeschichte des Schweizerlandes Th. II. herausgeg. von Sulzer. Zürch 1746. und in den philosoph. transact. 1727. n. 405.

8338 Toisen und die Dichtigkeit der Luft bey 28 Zoll Barometerhöhe 9311 Mahl geringer, als die Dichtigkeit des Quecksilbers findet. **Scheuchzers** Beobachtung mit dem Barometer und selbst die Reduktion der mit züricher Maß gemessenen Höhe auf pariser Maß sind nicht ganz fehlerfrey. **Scheuchzer** meldet nämlich, er habe beym Pfeffersbade an einer Wand eine Höhe von 766 züricher Fuß mit einem Lothe bestimmt, und mit der Schnur gemessen; das Quecksilber habe unten 23 Zoll 2 Linien, oben 22 Zoll $4\frac{1}{2}$ Linien züricher Maß gestanden, die Abzählung sey aber nicht von der Höhe des Quecksilbers im untern Behältnisse genommen worden. Herr **Sulzer** erinnert, **Scheuchzer** und sein Sohn hätten die Höhe der Felsenwand und den Unterschied der Barometerstände 714 pariser Fuß und 10 pariser Linien angegeben. Es sey aber entweder in dieser Bestimmung oder in der Messung der Höhe des Quecksilbers ein offenbarer Fehler. Herr **Kästner** findet nach **Crusens** Contoristen 706 züricher Fuß nur 708,02 paris. Fuß. Ueberhaupt ist auch der beständige Coefficient zu klein.

Bouguer *) gibt aus seinen in Amerika gemachten Beobachtungen eine Regel an, welche er selbst als sehr einfach hält, wiewohl er nicht angegeben hat, auf welchem Grunde sie beruhet. Er sagt, man drücke die Barometerhöhe in Linien aus, schlage in den gewöhnlichen Tafeln ihre Logarithmen auf, und nehme derselben Differenz, von dieser ziehe man seinen dreyßigsten Theil ab, von dem, was übrig bleibt, behalte man nur die Kennziffer und die vier nächsten Ziffern, dieß gibt die relative Höhe der Oerter in Toisen. Von dem Unterschiede der Logarithmen die Kennziffer und die vier nächsten Ziffern behalten, heißt eben so viel, als diese Ziffern als ganze ansehen, folglich ihre niedrigsten, welche Zehntausendtheile bedeuten, in Einer verwandeln, oder eigentlich den Unterschied mit 10000 multipliciren. Den dreyßigsten Theil vom Unterschiede abziehen, heißt, neun

*) Voyage de Perou; in der figure de la terre. Paris 1749. 4. S. XXXIX.

neun und zwanzig Theile behalten. Es ist daher Bouguers Regel diese

$$x = \frac{29}{30} . 10000 (\log. \alpha - \log. y) \text{ oder}$$
$$x = 9666\frac{2}{3} (\log. \alpha - \log. y)$$

wo $\gamma e = 9666\frac{2}{3}$; $\gamma = 4198$ Toisen, und die Dichtigkeit der Luft am Ufer des Meeres beym Barometerstande 28 Zoll 1 Linie, 10764 Mahl geringer, als die des Quecksilbers ist.

In einem Briefe an **Needham** *) meldet **Bouguer**: diese seine Methode sey nur für Berge gut, welche hoch genug sind, daß der Stand des Quecksilbers im Barometer nicht sehr veränderlich ist, und gebe eigentlich nicht die Höhen über dem Meere, sondern Tiefen unter dem Pichincha an, dessen Höhe er über der Meeresfläche durch geometrische Messung 2434 Toisen gefunden habe. Herr **Kästner** hat sich bemühet, den Grund und die Beobachtungen, worauf die von Bouguer gegebene Regel beruhet, zu entdecken. Er fand, daß **Bouguer** zum Grunde seiner Regel die Barometerhöhe zu Carabourou und auf dem Pichincha geleget, nebst der geometrischen Bestimmung, wie tief der erste Ort, unter dem letztern gelegen. Die Barometerhöhe zu Carabourou fand **Bouguer** 21 Zoll $2\frac{3}{4}$ Linien und die auf dem Pichincha 15 Zoll 11 Linien, und die Höhe des erstern über dem letztern nach geometrischer Messung 1209 Toisen. Man muß daher nach seiner Regel für jeden andern Berg erst die Tiefe unter dem Pichincha berechnen und aus ihr und des Pichincha geometrisch gemessenen Höhe über dem Meere des Berges Höhe. Der Unterschied der Logarithmen von 21 Zoll $2\frac{3}{4}$ Linien $= 254,75$ und von 15 Zoll 11 Linien $= 191$ Linien, beträgt 0,1250807, und so sollte

$$\gamma e = \frac{1209}{0,1250807} = 9665,7$$

seyn, wofür **Bouguer** des bequemern Rechnens wegen 9666 oder $\frac{29}{30} . 10000$ angenommen hat. Daraus erhellet, daß **Bouguers** Regel richti-

*) Observations des hauteurs faites avec le baromètre au mois d'Août 1751. sur une partie des Alpes p. Mr. *Needham* à Bern. 1760. 4.

richtiger zutreffe, wenn der Berg nicht sogar tief unter dem Pichincha ist. Je tiefer man aber gegen die Meeresfläche zukömmt, desto größer wird alsdann auch der Fehler, und **Needham** fand die Höhe der Berge nach Bouguers Regel über das Meer 63 Toisen größer, wenn er von oben herab rechnete, als wenn er von der Meeresfläche ausging; dabey nimmt jedoch **Needham** die Barometerhöhe am Meere auf 336 Linien an, da sie doch Bouguer ausdrücklich auf 337 Linien setzt.

Uebrigens führet **Bouguer** *) an, daß wenn man auch die Luft sich hundert Mahl, ja zweyhundert Mahl mehr ausbreiten lasse, als sie auf dem Gipfel der höchsten Berge ausgebreitet seyn kann, sich doch die absolute Elasticität einer und derselben Masse Luft genau wie ihre Dichtigkeit verhalte. Er berichtet, er habe in Amerika, mit seiner Reisegesellschaft zusammen, auch mit Herrn **le Condamine** besonders sehr viele Versuche darüber angestellet, und das Gesetz alle Mahl richtig befunden. Gleichwohl fand **Bouguer** seine für hohe Berge so genaue Regel schon im untersten Theile der Cordelieren fehlerhaft, auch erinnert er, daß sie nicht bey allen andern Gebirgen der heißen Zone, noch weniger in Europa gelte. Denn er fand die Luft unten fast alle Mahl dichter, als sie nach der Regel seyn sollte. Aus den Wirkungen der Wärme läßt sich dieses nach **Bouguers** Gedanken nicht zulänglich erklären, welche nahe am Horizonte viel größer als in der Höhe sey, und die Luft daselbst sich vielmehr ausbreiten und verdünnen müsse. Er vermuthet daher, daß man nicht sicher voraussetzen könne, alle Theilchen der groben Luft wären einander gleich und ähnlich, daß mithin eins genau eben so viele Elasticität besitze, als das andere. Dieß leitet ihn auf den Gedanken, die specifische Elasticität von der absoluten der Luft zu unterscheiden, und meinet, verschiedene Luftarten bey gleicher Wärme und Dichtigkeit könnten dennoch verschiedenen Widerstand thun, d. i. verschiedene specifische Elasticität besitzen.

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1753. sur les dilatations de l'air dans l'atmosphère.

besitzen. Um dieß zu untersuchen, schlägt er vor, Versuche über den Widerstand der Luft mit dem Pendel anzustellen. Auch hatte **Bouguer** bereits damit den Anfang gemacht, und fand, daß die specifische Elasticität von Quito bis zum Pichincha fast ungeändert bleibe, bis ans Ufer des Meeres aber sehr verschieden ausfalle. Alle diese seine Resultate hat er in eine Curve gebracht, wiewohl er sie selbst nicht für ganz sicher ausgibt, weil zwischen manchen Erfahrungen ziemlich viel Zeit verflossen war, da Unrichtigkeiten vorgegangen seyn konnten; daher auch **de la Lande** α) urtheilet, diese krumme Linie der Elasticität sey die krumme Linie der Irrthümer, welche **Bouguer** bey den unterschiedenen Messungen begangen habe.

Daniel Bernoulli β) schließt aus seiner Hypothese von der Elasticität der flüssigen Materie (m. s. **Elasticität** Th. I. S. 840.), daß sich die Kraft, welche Luft in einen gegebenen Raum zusammendrucken kann, sich wie das Quadrat der Geschwindigkeit der Lufttheilchen mit dem Raume dividiret verhalte. Hieraus mit noch mehreren Untersuchungen verbunden findet **Bernoulli** eine Differenzialgleichung zwischen dieser Kraft, der Höhe über dem Horizonte des Meeres, und der Geschwindigkeit der Lufttheilchen. Wird diese Geschwindigkeit unveränderlich angenommen, so erhält man die gemeine logarithmische Gleichung. **Bernoulli** setzt aber diese Geschwindigkeit veränderlich, sucht ihr Gesetz, welches sich mit einigen Erfahrungen von Barometerhöhen, die er anführet, vergleichen läßt, bestimmt bey der so herauskommenden Integralgleichung die unveränderlichen Größen auch aus Erfahrungen und findet endlich

$$x = \frac{22000\ (\alpha - y)}{y} \text{ in Fußen,}$$

wo α den mittleren Barometerstand am Meere oder 28 Zoll $4\frac{3}{4}$ Linien bedeutet. Beym Herrn **Johann Georg Sulzer**

α) Connoiss. des mouvem. céleste 1765. p. 219.

β) Hydrodynamica. Argent. 1738.

zer [α]) findet sich nach dieser Regel eine Tabelle berechnet, welche drey Columnen hat: die erste ist überschrieben, Fall des Quecksilbers für eine Linie; die zweyte, Höhe des Ortes über das mittelländische Meer; und die dritte, mittlere Höhe des Quecksilbers von 28 Zoll 4¾ Linien durch alle einzelne Linien bis 23 Zoll. Diese von **Bernoulli** angegebene Regel ist bloß hypothetisch, und wenn beym Integriren andere Beobachtungen angenommen werden, so entstehen auch statt des Coefficienten 22000 andere Zahlen.

Maraldi nahm an, das Quecksilber sinke vom Ufer der See bis 61 Fuß Höhe 1 Linie, und wieder 1 Linie, wenn man 62 Fuß höher käme, und wieder eine Linie, wenn man von da 63 Fuß höher käme u. s. f. oder er theilte die Atmosphäre in Schichten, jede einen Fuß größer als die nächst niedrigere, und jeder Schichte, meinet er, gehöre eine Linie Barometerfall. Auch **Feuillée** machte solche Schichten, nur jede um 2 Fuß größer. **Cassini** nahm an, die Ausdehnung der Luft verhalte sich verkehrt, wie das Quadrat des Drucks, die Luft sey 4 Mahl dünner, wo sie 14 Zoll Quecksilber hält, als wo sie 28 Zoll hält. Hiernach gehöret also zur Höhe x über f die Dichtigkeit der Luft $\mu y^2 : \alpha^2$; mithin bekömmt man

$$dy = -\frac{\mu y^2 dx}{\alpha^2};$$

das Integral für $x = 0$ ist hiervon

$$x = \frac{\alpha}{\mu}\left(\frac{\alpha}{y} - 1\right).$$

Alle diese Voraussetzungen beruhen aber auf keinen physischen Gründen. Von allen diesen Meinungen handelt **Lulofs** [β]). **Fontana** [γ]) nimmt an, die Dichtigkeit der Luft verhalte sich wie eine Potenz des Drucks. Hierbey bringt er vorzüglich die

α) Beschreibung der Merkwürdigkeiten auf einer Reise durch einige Orte des Schweizerlandes. Zürch 1742. 4.

β) Einleitung zur mathemat. und physik. Kenntniß der Erdkugel. §. 446 u. f.

γ) Delle Altezze barometriche, Saggio analytico del P. Greg. *Fontana*. Pavia 1771. 8.

die Schwere als eine veränderliche Größe mit in Betrachtung, und bringt eine Differenzialgleichung heraus, in welcher die veränderlichen Größen vermengt sind. Die Hauptabsicht des Herrn **Fontana** ist hierbey gewesen, die Anwendung analytischer Kunstgriffe zu Auflösung einer so allgemeinen Aufgabe zu zeigen, welche aber in der Ausübung nicht vorkommen kann. Eben diese Untersuchung hatte schon **Newton** [α]) angestellet, und bedient sich dabey der Hyperbel. Kürzer ist sie von **Cotes** [β]) angestellet worden. Dieser braucht die logarithmische Linie, welche er hierzu auf eine eigene Art verzeichnet, indem er Absciſſen von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt nimmt, und an sie die Dichtigkeiten als Ordinaten setzet.

Herr **Beckmann** erwähnet in **Erich Laxmanns** sibirischen Briefen [γ]), daß er zwey Tafeln zu Messung der Höhen mit dem Barometer besitze, welche von **Tobias Mayer** entworfen worden, von welchen Herr Kästner genauer redet. Diese Tafeln handeln von Barometerhöhen mit zugehörigen Höhen über dem Horizont des Meeres im pariser Maße angegeben. Von der Art ihrer Verfertigung und den Gründen, auf welchen sie beruhen, ist nichts angezeiget. Sie gehen durch alle einzelne Linien der Barometerhöhen, welche innerhalb ihrer Grenzen fallen. Die erste von 28 Zoll 4 Linien und der Höhe 0 bis 15 Zoll 0 Linien, dazu die Höhe 2762 Toisen gehöret; die zweyte fängt von 29 Zoll 6 Linien an, der sie 77 Toisen als Tiefe oder verneinte Höhe gibt. Bey 28 Zoll ist ihre Höhe = 0, und ihr letztes Glied 14 Zoll 6 Linien mit 2859 Toisen Höhe. Herr **Kästner** hat die Vorschrift, nach welcher die erste Tafel berechnet ist, aufgesucht, und hat gefunden, daß sie auf dieser Formel beruhe.

$$x = 10000\ (\log. \alpha - \log. y)$$

Was aber **Mayern** bewogen hat, den beständigen Coefficienten $\gamma . e = 10000$ zu setzen, ist nicht bekannt.

α) Princip. lib. II. prop. 22.
β) Harmonia mensurarum; in opp. Cantabr. 1722. p. 18.
γ) Götting. 1769. 8. Anmerk. S. 34.

Eines der hauptsächlichsten Werke für gegenwärtige Untersuchungen sind die über die Atmosphäre des Herrn **de Lüc**. Es ist eben dieses Werk durch Versuche, Höhen mit dem Barometer zu messen, und die Uneinigkeit unter den hierzu vorgeschriebenen Regeln, veranlasset worden. Herr **de Lüc** hat sich die Mühe gegeben, nach jeder der unterschiedenen Regeln eine Tafel zu berechnen. Sie enthält Barometerstände durch alle Zolle, von 28 bis 16; und noch 27 Zoll 11 Linien, auch 15 Zoll 10 Linien. Für jeden dieser Barometerstände hat Herr **de Lüc** nach jeder Regel die Höhe über dem Horizont berechnet, wo das Barometer 28 Zoll steht. Wie groß die Abweichungen der nach diesen verschiedenen Regeln berechneten Höhen sey, beweisen folgende Resultate.

Höhen des Coraçon.

Nach Mariotte eigentl. Grundsätzen	12087	Fuß	2 Zoll
— Mariotten arithm. Progr.	13167	—	4 —
— Halley	14486	—	1 —
— Maraldi	19941	—	— —
— Scheuchzer	12368	—	5 —
— Cassini	16090	—	— —
— Dan. Bernoulli	16905	—	3 —
— Horrebow	14334	—	4 —
— Bouguer	14359	—	11 —
— Mayer	14855	—	— —
durch geometr. Messung	14820	—	— —

Diese sehr großen Verschiedenheiten veranlaßten Herrn **de Lüc**, mühsame Untersuchungen über das Barometer anzustellen, um die Ursachen dieser Ungewißheit aufzudecken. Er fand diese zum Theil in der Unvollkommenheit des Barometers selbst, zum Theil aber auch in der gänzlichen Vernachlässigung des großen Einflusses der Wärme, so wohl auf das Quecksilber, als auch auf die Luft. Von den Verbesserungen des Barometers und von dem Einflusse der Wärme auf das Quecksilber ist bereits unter dem Artickel, **Barometer**, hinlänglich geredet worden, es ist also hier nur noch

nöthig,

nöthig, das Nöthigste von der Wirkung der Wärme auf die Luft anzuführen.

Herr **de Lüc** stellt sich, nach **Mariotte's** Art die Luft in Schichten getheilet vor, und zeigt weitläuftig, wie man die Summe dieser Schichten finden könne, nachher bemerket er, daß diese Summirung sich durch Abzug der Logarithmen bewerkstelligen lasse. Aus vielfältig angestellten Erfahrungen hat er gefunden, daß bey der Temperatur der Luft von + $16\frac{3}{4}$ Grad des Queckfilberthermometers von 80 Graden, wenn das Barometer 29 Zoll oder 348 Linien steht, die unterste Schicht 12497 Tausendtheile einer Toise ist. Weil log. 348 — log. 347 = 0,0012497, mithin die Höhe der Luftschichte = 12,497, so wird der beständige Coefficient = $\frac{12,497}{0,0012497}$ = 10000; also ist nach Herrn **de Lüc's** Erfahrungen über dem Horizont, wo der Barometerstand 29 Zoll ist, die Höhe 10000 (log. 348 — log. y), und über einem andern, wo er α Linien ist, die Höhe 10000 (log. 348 — log. α), und folglich zwischen den beyden Stellen, wo die Barometerstände α und y Linien sind, die Höhe 10000 (log. α — log. y). Dieß ist völlig die Regel, nach welcher **Mayer** seine Tafel gemacht hat.

Um nun die Berichtigung zu bestimmen, ordnet **de Lüc** seine Beobachtungen so, daß er die, wo größere Wärme, und die, wo geringere als + $16\frac{3}{4}$ Grad gewesen war, absondert, bey jeder Beobachtung merkte er sich die Wärme an, und was die Logarithmen gaben in Fußen ausgedruckt; bey jeder Station berechnete er die Summe aller Grade der Wärme über den von $16\frac{3}{4}$ Grad, und aller Höhen, welche ihm die Rechnung gaben. Eben das that er für Grade der Wärme unter dem angezeigten; aus jeder dieser beyden Rechnungen nahm er das Mittel, verglich solches mit dem, was die Logarithmen bey den Höhen zu viel oder zu wenig gaben, und so fand er, für jeden Grad der Wärme über oder unter $16\frac{3}{4}$ Grad, wie viel Fuß man zu der beobachteten Höhe addiren oder davon subtrahiren müsse. Bey alle diesen seinen

Bemühungen aber fand er nicht überall Einförmigkeit zwischen Verminderung der Wärme und Vermehrung, und sahe sich genöthiget, seine Beobachtungen von neuem zu ordnen, mit Umständen der Witterung und der Zeit. Und da ergab sich, daß alle, die um die Zeit des Aufganges der Sonne gemacht waren, obgleich wie die übrigen berechnet, allemahl dem Orte der Beobachtung weniger Höhe gaben. Die Ursache dieser Erfahrung scheint ihm der Ostwind zu seyn, welcher sich oft kurz vor dem Aufgange der Sonne erhebt, wenn zuvor die Luft ganz still war. Er glaubt, wenn so bewegte Luft an ruhende stoße, so werde die Luft der Ebene auf die Berge gehoben, dergestalt, daß daselbst das Barometer höher stehe, als es der Wärme gemäß stehen sollte; so würde sein Unterschied vom Barometerstande in der Ebene kleiner, als er seyn sollte, und die Rechnung gibt solchergestalt die Höhe zu klein. Ließ Herr **de Lüc** die Beobachtungen, welche um die Zeit des Aufganges der Sonne gemacht waren, weg, so erhielt er in seinen Resultaten mehr Einförmigkeit, welche ihn zu dieser Verbesserung leiteten: daß man für jeden Grad Aenderung der Wärme den durch die Regel gefundenen Unterschied der Höhen um $\frac{1}{215}$ ändern müsse. Wenn also v die Anzahl der Grade bedeutet, um welche das Quecksilberthermometer von 80 Graden über $16\frac{3}{4}$ Grade stehet, so gibt dieß die hinzuzusetzende Berichtigung $= \frac{v}{215} x$, mithin

$$x = 10000 \left(1 + \frac{v}{215}\right) (\log. \alpha - \log. y)$$

oder wenn ϱ den beobachteten Grad des reaumürischen Thermometers selbst anzeiget, also $v = \varrho - 16\frac{3}{4}$ ist

$$x = 10000 \left(1 + \frac{\varrho}{215} - \frac{16,75}{215}\right) (\log. \alpha - \log. y)$$

$$= 10000 \left(\frac{198,25 + \varrho}{215}\right) (\log. \alpha - \log. y).$$

Herr **de Lüc** aber fürchtet sich vor den Zahlen $16\frac{3}{4}$ und 215, und macht daher eine neue Thermometerskale, bey welcher

cher das siedende Wasser + 147, der Eispunkt — 39 zeigt. Weil solchergestalt zwischen dem Sied- und Frostpunkte 186 Grade enthalten sind, so beträgt 1 Grad nach Reaumür $\frac{186}{80}$ de lüc'sche, und wenn hierauf $\frac{1}{215}$ Aenderung kömmt, so ändert sich 1 Grad nach de Lüc um $\frac{80}{186 . 215} = \frac{1}{500}$. Man setze nun, der Grad, welchen das Thermometer an dieser Skale zeige, sey $= \lambda$, so ist die hinzuzufügende Verbesserung

$$= \frac{\lambda}{500} . x = \frac{2\lambda}{1000} . x \text{ und}$$

$$\gamma \varepsilon = 10000 \left(1 + \frac{2\lambda}{1000}\right).$$

Exemp. De Lüc findet auf dem Berge Saleve die Barometerhöhe oben 5186, unten 5233 Sechszehntheile einer Linie, bey welchen Angaben der Einfluß der Wärme aufs Quecksilber berichtiget ist. Die Wärme der freyen Luft war nach seinem Thermometer oben — 45 und unten 47, woraus das Mittel — $\frac{45 + 47}{2}$ die mittlere Wärme der ganzen Luftschichte oder λ gibt, daß mithin $2\lambda = -(45 + 47) = -92$, oder die Summe der Thermometerbestimmungen an beyden Beobachtungsorten ist. Die Berechnung hieraus steht nun so:

log. 5233	=	3,7187507
log. 5186	=	3,7148325
Unterschied	=	0,0039182, also
Höhe in Toisen	=	39,182
Höhe in Schuhen	=	235,029, und Verbesserung
— $\frac{92}{1000}$ hiervon	=	-21,62
verbesserte Höhe	=	213,472 Fuß

die geometrisch gemessene Höhe betrug 216 Fuß 2 Zoll.

De Lüc hat gefunden, daß seine Formeln so wohl am Meere als auch auf den Alpen bis 1560 Toisen über der Meeresfläche mit der Erfahrung übereinstimmende Resultate geben,

geben, und folgert daraus, daß man bey der gewöhnlichen Temperatur am Ufer des mittelländischen Meeres auf 80 Fuß steigen müsse, um eine Linie Quecksilberfall zu erhalten. Zuletzt führet er noch die zurückbleibenden Schwierigkeiten an, mit Vorschlägen, ihnen abzuhelfen.

Herr **Zimmermann** α) zu Braunschweig hat die Methode des Hern **de Lüc**, so wohl auf Höhen als auch in Tiefen, in den Bergwerken auf dem Harze geprüft, und sie mit den unmittelbaren Messungen und den Markscheideangaben ziemlich übereinstimmend gefunden.

Herr **Nevil Maskelyne** β) hat die Formeln des Hrn. de Lüc für englisches Maß und in fahrenheitischen Graden ausgedrückt, und in einigen Stücken bequemer gemacht. Der Siedpunkt, oder 212 fahrenh. Grad, ist hier bey 30 engl. Zoll Barometerhöhe bestimmt, da ihn die französischen Künstler bey 27 Zoll zu bestimmen pflegen. Auch **Horsley** beschäftigte sich mit diesen Reduktionen, und gibt Vorschriften zur bequemen Anwendung der de lüc'schen Regeln. Er zeigt die allgemeinen Gründe, Höhen und Barometerstände mit einander zu vergleichen, und bedient sich nach dem englischen Geschmacke, auf die Art wie **Cotes**, der logarithmischen Linie. In Ansehung der Verbesserung, wegen der Temperatur der Luft, kömmt es nach ihm darauf an, daß sich durch die Wärme die Subtangente der logarithmischen Linie ändere. Unter der Subtangente versteht er die Höhe einer Säule flüssiger Materie, welche überall so dicht ist, als die unterste Luft, und so stark drückt, als die Atmosphäre drückt. Zuletzt gibt er noch 4 berechnete Tafeln, zur Verbesserung wegen des Siedpunktes; zur Vergleichung des Hrn. de Lüc Thermometers mit dem fahrenheitischen; zur Verbesserung wegen der Temperatur der Luft, und endlich Vorschriften zum Gebrauche dieser Tafeln.

Herr

α) Beobachtungen auf einer Harzreise. Braunschweig 1775. 8.
β) Philosoph. transact. 1774. Vol. LXIV. P. I. n. 20.

Herr **Lambert** [α]) sagt, man habe die Regel des Mariotte zu früh verworfen, man hätte sie nur verbessern und vollständiger machen sollen. Er nimmt daher ebenfalls das Gesetz an, daß sich die Dichtigkeit der Luft wie der Druck verhalte, bemerket aber, daß die Elasticität der Luft durch die Wärme verstärkt und durch die Dünste vermehret werde, welche theils die Lufttheile zusammenpressen, theils auch den Druck vergrößern. Daher komme es auch, daß Mariottes Gesetz von den Dichten nur in sehr großen Höhen zutreffe. Aus geometrischen Messungen, welche er schon längst in einem andern Buche [β]) wegen der Strahlenbrechung verbessert hat, gibt er diese Formel

$$x = 10000 \log. (\alpha : y) - \frac{43\,(336 - y)}{43 + (336 - y)}$$

wo α den Barometerstand am Meere bedeutet.

Die von de **Lüc** gegebenen Vorschriften sind von dem Ritter **Georg Shuckburgh** [γ]) durch Nachmessungen auf den Bergen Saleve und Mole bey Genf scharf geprüfet worden. Er ist der Meinung, gefunden zu haben, daß durch dieselben bey der Temperatur von 61,4 Grad nach Fahrenheit die Höhen auf jede 1000 Fuß um 23 Fuß zu klein gefunden werden. Auch bey der Verbesserung wegen der Wärme der Luft glaubt er Fehler entdecket zu haben. Aus Versuchen, welche er über die Ausdehnung der Luft durch die Wärme angestellet hatte, wobey das Volumen beym Eispunkte um 2,43 Tausendtheile stieg, wenn sich die Wärme um 1 Grad änderte, hielt er sich berechtiget, zu schließen, daß die Temperatur, bey welcher die Differenz der Logarithmen die Höhe unmittelbar in englischen Klaftern gibt, nicht 39,7, wie nach **Horsley** aus de Lüc's Formeln folge, sondern 31,4 Grad, nach Fahrenheit, mithin beynahe der Eispunkt selbst sey. Darauf gründet

α) Abhandl. von den Barometerhöhen und ihren Veränderungen; in den Abhandl. der churbäyerischen Akad. der Wissensch. B. III. Th. 2. S. 75 — 182.

β) Les propriétés de la route lumière par les airs à la Haye 1758. 8. maj.

γ) Philosoph. transact. 1777. Vol. LXVII. P. I. n. 29.

gründet er nun eine sehr weitläuftige ganz neue Berechnung, welche von seinen in dieser Absicht mitgetheilten Tabellen abhängt.

Auch **William Roy** hat in eben dem Bande der Transaktionen die Regeln des Herrn **de Lüc** einer Prüfung unterworfen. Sorgfältig angestellte Versuche über die Ausdehnung der Luft im amonton'schen Luftthermometer leiten ihn auf die Folge, daß bey den gewöhnlichen Temperaturen die Ausdehnung der Luft, im Durchschnitt genommen, für jeden Grad veränderter Wärme 2,45 Tausendtheilchen des ganzen Volumens betrage, da de Lüc vermöge der Reduktionen von **Horsley** nur 2,10 annehme, mithin für jeden fahrenheitschen Grad 0,35, d. i. $\frac{1}{7}$ der ganzen Ausdehnung zu wenig setze. Aus den durch ihn sehr scharf gemessenen Höhen der Berge Snowdon und Moel Ellio in Carnarvonshire glaubt er folgern zu können, daß die Temperatur, wobey keine Verbesserung nöthig ist, sehr nahe am Eispunkte sey, auch daß die Beobachtungen bey Sonnenaufgang, welche de Lüc wegläßt, gerade die zuverlässigsten seyen. Seine Berechnung führet er zwar auch mit Logarithmen, zur Verbesserung wegen der Wärme aber gibt er Tabellen und zum Ueberflusse auch noch Thermometerskalen an. Seine Verbesserung beträgt $+\frac{m-32}{408}.x$, wenn m die mittlere Temperatur der Luftsäule in fahrenh. Graden ausdrückt, mithin ist nach ihm

$$x = 10000\left(1+\frac{m-32}{408}\right)(\log.a-\log.y)$$

in englischen Klaftern oder Faden.

Herr **de Lüc** *) nimmt seine gegebene Regel in Schutz, und glaubt, daß die von **Shuckburgh** und **Roy** gefundenen Abweichungen daher rührten, weil sie ihre Beobachtungen mit dem Thermometer an der Sonne, er aber beständig im Schatten, anstellten. Uebrigens stellt **Shuckburgh** noch eine Vergleichung mit seinen und von **Roy** gegebenen Regeln

*) Philosoph. transact. 1778. Vol. LXVIII. P. I. n. 17.

Regeln an, und findet sie in einigen Stücken von einander abweichend. Aus Messungen zeiget er, daß nach den seinigen die Höhe nur 2, nach **Roy's** seinen aber 14 Zehntausendtheilchen zu groß erhalten werde.

Auch **Trembley** *), in Genf, hat Herrn **de Lüc's** Vorschriften genau geprüft, wobey er vorzüglich die Absicht gehabt hat zu zeigen, wie nothwendig es sey, fernere Untersuchungen anzustellen. Nach seiner Meinung müsse man nämlich beständig zwey wesentlich verschiedene Rechnungen unterscheiden, und sie nie aus den Augen lassen: 1) die Rechnungen für die Normaltemperatur, bey welcher die Differenz der Logarithmen die Höhe unmittelbar in einem Maße, z. B. in Tausendtheilchen der pariser Toise u. s. gibt, wobey also weiter keine Verbesserung nöthig wäre; diese Berechnung nennt er die einfache Methode; 2) die Größe der Verbesserung für jeden Grad, um welchen die wirkliche Wärme von jener Normaltemperatur abweiche. Diese Rechnung mit der vorigen verbunden, nennt er die **berichtigte Methode.** Wegen der Vernachlässigung dieser beyden von einander verschiedenen Stücke glaubt er mit Recht, den Ritter **Shuckburgh** und **Horsley** tadeln zu können. Denn wenn z. B. **Shuckburgh** der Methode des Herrn **de Lüc** den Fehler beymesse, daß sie die Höhe ungefähr um $\frac{1}{50}$ zu klein angebe, und zur Berichtigung desselben Verbesserungstafeln mittheile, so vermische er den Fehler der einfachen und den der berichtigten Methode so mit einander, daß man nicht mehr erkenne, was der einen und der andern allein zukomme. Daher berechnet **Trembley** 14 vom Ritter **Shuckburgh** angestellte Beobachtungen bey Genf, und 83 von **Roy** in England gemachte, nebst noch einigen wenigen von **de Saussüre** und **de la Caille** nach **de Lüc's** Vorschrift, vergleichet seine erhaltenen Resultate mit den geometrischen Messungen, und bringt

*) Analyse des quelques expériences faites pour la détermination des hauteurs par le moyen du barométre p. *Jean Trembley*; in *de Saussure* voyages dans les Alpes Tom. II. à Gén. 1786. 4. maj. p. 616 sqq.

bringt alles in Tabellen, in welchen er die beobachteten mittleren Grade der Wärme, die Fehler der einfachen und die der berichtigten Methode jeden besonders angibt. Der Gebrauch dieser Tabellen ist nach ihm folgender: für jeden Grad des Thermometers nimmt er die zu demselben gehörigen Angaben der Tafeln zusammen, und sucht daraus ein arithmetisches Mittel. Diese im Durchschnitte genommenen Mittelzahlen bringt er in eine neue Tabelle nach den Graden des reaumürischen Thermometers geordnet. Diese Darstellung gibt zu erkennen, daß die Beobachtungen von Shuckburgh und Roy für die Fälle, wo die Wärme 10 Grad und darunter ist, gut mit einander übereinstimmen, dagegen Herrn **de Lüc's** Regel nur mit jenen etwa bey 2 bis 3 Beobachtungen übereinkömmt. Dieserwegen nimmt er die von Herrn **de Lüc** gesetzte Normaltemperatur von $16\frac{3}{4}$ Grad nicht an, sondern setzt vielmehr dafür das Mittel zwischen Shuckburgh's und Roy's Normaltemperatur, wovon jene fast 12°, diese 11°, 25 ist, $= 11\frac{1}{2}°$, und sucht für jede Angabe der letztern Tabelle den Coefficienten, den man statt de Lüc's 215 brauchen müßte, wenn das Resultat mit der geometrischen Messung übereinstimmen sollte. Die auf diese Weise berechneten Coefficienten hat er gleich mit in die vierte Spalte der zuletzt angeführten Tabelle gebracht.

Von diesen Coefficienten, die ausgenommen, welche von den übrigen am meisten abweichen, nimmt er wiederum ein Mittel, und findet dafür 192. Nochmahls berechnet er also die 14 Beobachtungen von Shuckburgh und die 83 von Roy unter der Voraussetzung, daß die Normaltemperatur $11\frac{1}{2}°$ nach Reaumür, und die Verbesserung für jeden Grad Wärme $= \frac{1}{192}$ sey, und findet auf solche Art den mittleren Fehler von Shuckburgh's Beobachtungen nur $+ \frac{4}{1000}$; den von Roy's Beobachtungen aber $+ \frac{20}{1000}$, oder wenn er 5 sehr von einander abweichende, mehrentheils in großer Wärme gemachte Beobachtungen wegläßt, ebenfalls nur $+ \frac{4}{1000}$.

Die nämliche Normaltemperatur $11\frac{1}{2}°$ mit dem nämlichen Coefficienten 192 findet er auch auf folgende Art. Nach

Shuck-

Shuckburgh ist die Normaltemperatur $11\frac{3}{4}$ und nach de Lüc $16\frac{3}{4}$, mithin der Unterschied 5°. Daher werden bey der de lüc'schen Verbesserung $\frac{5}{215} = \frac{1}{43}$ mehr von der Höhe abgezogen, als bey der shuckburgh'schen. Da nun dieß $\frac{1}{43}$ eben das ausmacht, um welches Shuckburgh die de lüc'schen Höhen zu klein findet (denn es beträgt $\frac{1}{43} = \frac{23{,}5}{1000}$), so sieht man, daß beyde nur in der Normaltemperatur abweichen, übrigens der Coefficient bey beyden einerley, also = 215 ist. Dagegen setzt Roy die Normaltemperatur $11\frac{1}{4}$, und wenn man die Höhe in englischen Faden verlangt, auf Null. Weil nun der englische Faden etwa um $\frac{1}{15}$ kleiner als die pariser Toise ist, so muß man nach Roy auf $11\frac{1}{4}$ Grad Unterschied eine Verbesserung von $\frac{1}{15}$, also auf 1 Grad $\frac{1}{169}$ rechnen, woraus sich ergibt, daß Roy's Coefficiente = 169 sey. Das Mittel zwischen diesen beyden Methoden ist folglich in Ansehung der Normaltemperatur $(11\frac{3}{4} + 11\frac{1}{4}) : 2 = 11\frac{1}{2}$, und in Ansehung der Coefficienten $(215 + 169) : 2 = 192$, welche genau die oben gefundenen Data sind. Doch ist hierbey noch zu bemerken, daß Roy eigentlich gar keinen beständigen Coefficienten setzet, sondern der Wirkung der Wärme für jeden Grad ein anderes Verhältniß zueignet.

Der Umstand, daß de Lüc sein Thermometer beständig im Schatten beobachtet, kann nach **Trembley** wohl einen Theil dieser Abweichungen, aber doch nicht alles erklären; höchstens kann dieser Unterschied sich bis 5 Grad nach Fahrenheit erstrecken, da doch de Lüc's Normaltemperatur um 11 Grade höher als bey Shuckburgh und Roy steht.

Nach diesem aus Shuckburgh's und Roy's Methoden gezogenen Mittel wäre also Trembley's Formel diese

$$x = 10000\left(1 + \frac{\varrho - 11{,}5}{192}\right)(\log.\,\alpha - \log.\,y).$$

Hiernach berechnet er nun noch einige Beobachtungen von den Herrn **de Saussüre**, **Pictet** und **le Monnier**, und bemerket zuletzt, es sey noch zu früh, Skalen und Tabellen zur leichtern Berechnung zu verfertigen, und überdieß lohne dieß sich nicht ein Mahl der Mühe, weil die Formel so an

sich einfach und leicht sey. Vor der Hand wäre es nützlicher, jede Beobachtung auf den ihr zugehörigen Grad der Wärme zu beziehen, und wenn man auf diese Weise eine vollständige Sammlung werde erhalten haben, so könnte man vielleicht erst eine möglichst richtige Regel angeben.

Herr **Wünsch** [α]) hat auch eine Formel angegeben, welche von dem Gesetze des Herrn **Mariotte** abweichet. Sie gründet sich auf die Sätze, daß sich die Dichtigkeit der Luft wegen des Gesetzes der Gravitation verkehrt wie die vierte Potenz der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde verhalte, und daß man die so bestimmte Dichtigkeit wegen des Drucks der obern Luft auf die untere mit der halben untern Barometerhöhe multipliciren müsse, um die wirkliche Dichtigkeit zu erhalten. Hieraus soll nun eine Formel folgen, worin Differenzen der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen fast eben so gebrauchet werden, wie sonst die Unterschiede der Logarithmen; dieserwegen hat Herr **Wünsch** Tabellen über die Wurzeln der vierten Potenz und ihrer Unterschiede berechnet. Allein die Gründe, worauf seine Formel beruhet, sind bloße und höchst unwahrscheinliche Voraussetzungen.

Herr **Rosenthal** [β]) sucht anfänglich die Summirung von Schichten wieder hervor, deren jeder $\frac{1}{16}$ Linie Quecksilberfall zugehöret. Diese Schichten berechnet er von 350 Linien bis $187\frac{1}{2}$ Linien Barometerstand, wobey er die der untersten Schichte unbestimmt läßt, und sie m nennet, daß folglich z. B. die Höhe derjenigen Schichte, welche dem Quecksilberstand von 200 Linien zugehöret, $= \frac{350}{200}$. m. wird. Die Höhen dieser Schichten, so wie ihre Summen von oben herab oder von der 2000sten an gerechnet, bringt er in Tabellen. Die beyden beobachteten Barometerhöhen muß man alsdann in selbigen nachschlagen, und die dabey stehende Summe von einander subtrahiren, und diese Differenz noch mit

α) Neue Theorie von der Atmosphäre und Höhenmessungen mit Barometern. Leipz. 1782. 8.

β) Beyträge zu der Verfertigung, der wissenschaftlichen Kenntniß und dem Gebrauche meteorologischer Werkzeuge. Gotha, B. I. 1782. B. II. 1784. 8.

mit m multipliciren, um die wahre Höhe zu erhalten. Um aber das m zu bestimmen, brauchet er die Messungen des de **Lüc** so, daß er die dabey gefundenen Höhen durch die Anzahl der Sechszehntheile von Linien dividiret, welche man aus dem Unterschiede der Barometersäulen erhält, und glaubt dadurch zu finden, wie viel Höhe auf $\frac{1}{16}'''$ Unterschied der Quecksilberhöhe kömmt. Allein die Methode zu addiren, was eigentlich integriret werden muß, ist schon unrichtig, und wäre letzteres richtig, so könnten die Höhen durch die bloße Regel Detri gefunden werden. Indessen gibt ihm doch diese Methode aus vielen Beobachtungen im Durchschnitte den Werth seines m = 4,6864 Fuß oder 0,781 Toisen bey der Temperatur von $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumur.

Auch ändert Herr **Rosenthal** die Verbesserung wegen der Wärme der Luft. Es hat nämlich **Lambert** in seiner Pyrometrie die Ausdehnung der Luft vom Eis bis zum Siedpunkte $\frac{370}{1000}$ des ganzen Volumens befunden. Da aber de Lüc an seiner Skale 372 Grade zwischen beyden festen Punkten gesetzet hat, so glaubt Herr **Rosenthal** beyde mit einander vereinigen zu können, setzt aber der leichtern Rechnung wegen 1000 an den Punkt der Normaltemperatur, bey welchem Lambert 1077 hat. Daher muß an den Eispunkt 928, an den Siedpunkt 1272 kommen. Zeigt nun das Thermometer an der untern Station z. B. 1114, an der obern 1096, so ist bloß die mittlere Wärme 1105 in die gefundene Höhe zu multipliciren, und das Produkt mit 1000 zu dividiren, weil sich hierbey die ganze Luftsäule in Vergleichung mit der Größe der Normaltemperatur, im Verhältnisse 1000 : 1105 verändert hat.

Auch gibt **Rosenthal** noch eine Abänderung der logarithmischen Formel an. Wenn ein Heberbarometer im längern Schenkel unten a, im kürzern b, oben auf dem Berge im längern α und im kürzern β zeige; die Normallänge sey = l, so ist der berichtigte Barometerstand unten $= \frac{a-b}{a+b} \cdot l$, oben $\frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta} \cdot l$; mithin die Differenz ihrer Logarithmen

 log.

$\log. \frac{a-b}{a+b} . 1 - \log. \frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta}$, welche nun noch mit 1000 multipliciret, und wegen der Wärme der Luft berichtiget werden muß, um die wahre Höhe zu finden. Nach dieser Regel hat man 1) das eine Thermometer nicht nöthig, welches bey de Lüc am Brete des Barometers angebracht ist, 2) bringt sie die Quecksilberhöhen auf die Normaltemperatur selbst, da de Lüc sie nur auf 10° nach Reaumur bringt (Th. I. S. 275.) und folglich wärmere Luft mit kälterem Quecksilber vergleichet. Wäre es überdem möglich, vollkommen gleich weite Barometerröhren zu erhalten, und nichts von dem Quecksilber aus der Röhre zu verlieren, so würde dieß eine wesentliche Verbesserung der de Lüc'schen Methode seyn, ob man gleich dabey mehr zu rechnen und 4 Logarithmen zu suchen hat.

Kramp *) hat die Theorie von der specifischen Elasticität verschiedener Gasarten mit Mehreren zu entwickeln gesucht, und hierbey verschiedenes zu den Höhenmessungen Gehörige deutlicher bestimmt. Die Vermuthung des Herrn Bouguer einer verschiedenen specifischen Elasticität der Luftarten bey gleicher Wärme hat sich durch neuere Entdeckungen vollkommen bestätiget. In der allgemeinen Formel ist γ oder die Subtangente der logarithmischen Linie jederzeit der specifischen Elasticität der Luft proportional. Nach Herrn **Kramp**, welcher seiner Theorie gemäß bloß auf hyperbolische Logarithmen siehet, ist

$$x = \gamma . (\log. \text{nat. } \alpha - \log. \text{nat. } y)$$

Für jede logarithmische Formel zu Höhenmessungen findet man die Subtangente oder γ, wenn man den Coefficienten γe der allgemeinen Formel mit $e = 2,302585 \ldots$ dividiret, oder mit $\frac{1}{e} = 0,434294482$ multipliciret. So findet man γ

Nach Mariotte	= 3522 Toisen
— Halley	= 4235 —

Nach

*) Geschichte der Aerostatik. Straßburg 1784. gr. 8. Th. I. Abschn. 5, 6, 7.

Nach Horrebow	= 4394	Toisen
— Scheuchzer	= 5621	—
— Lambert Mayer und de Lüc	= 4342	—
— Bouguer	= 4198	—

Die Subtangente aber ändert sich durch die Wärme, weil diese eine Aenderung in der specifischen Elasticität bewirket. So ist z. B. γ bey de Lüc nur alsdann 4342, oder genauer nach Herrn **Kramp** 4342,704 Toisen, wenn die Temperatur $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaum. ist, und ändert sich für jeden Grad Wärme um $\frac{1}{215}$. Es ist folglich diese Größe, wie bereits oben gefunden ist, für ϱ reaumürische Thermometergrade mit $1 + \frac{\varrho - 16,75}{215}$ oder mit $\frac{198\frac{1}{4} + \varrho}{215}$ oder mit $\frac{18440 + 93\,\varrho}{20000}$ zu multipliciren. Gesetzt also, γ und X seyn zwey Grade der specifischen Elasticität, und die dazu gehörigen Grade der Wärme nach Reaumur ϱ und R, so wird

$$\gamma : X = \frac{198\frac{1}{4} + \varrho}{215} : \frac{198\frac{1}{4} + R}{215} = 198\tfrac{1}{4} + \varrho : 198\tfrac{1}{4} + R.$$

So verhalten sich z. B. die specifischen Elasticitäten der Luft für den Eis- und Südpunkt nach Reaumur wie $198\frac{1}{4} : 278\frac{1}{4}$, d. i. beynahe wie 5 : 7.

Nach Herrn de Lüc verändern sich die Höhen bey jedem Grade Aenderung die Wärme gleich viel, welches aber in aller Schärfe nicht richtig ist. Daher nach **Kramp** in der Theorie noch zwey wesentliche Abänderungen. Zuerst nimmt er nicht, wie de Lüc, zur Normaltemperatur $16\frac{3}{4}$, sondern nur 10 Grad nach Reaumur an, und setzt die specifische Elasticität der Luft bey diesem Grade = 1. Auf diese Weise ist dieselbe für jeden andern Grad R, $= \frac{198\frac{1}{4} + R}{208\frac{1}{4}}$. Ferner vergleichet er Herrn de Lüc's Angaben mit der Aenderung der astronomischen Strahlenbrechung, welche nach **Mayer** nur $\frac{1}{212}$ wächst, so oft das reaumürische Thermometer bey unver-

änderter Barometerstande 10 Grad herabfällt; dieß beträgt also für einen Grad $\frac{1}{220}$, und findet eigentlich bey der Temperatur 10 Grad nach Reaumur Statt. Da nun bey unverändertem Barometerstande die specifische Elasticität im verkehrten Verhältnisse der Dichtigkeiten oder der Strahlenbrechung ist, so wird jene für ϱ Grad Wärme mit $1 + \frac{\varrho - 10}{200}$ oder mit $\frac{210 + \varrho}{220}$ zu multipliciren seyn, und sich daher wie $210 + \varrho$ oder wie $1 + \frac{\varrho}{210}$ verhalten. Nach Hrn. **Kramp** scheint diese Bestimmung richtiger zu seyn, als die des Herrn **de Lüc**, welcher $1 + \frac{\varrho}{198\frac{1}{4}}$ setzt.

Hiernach wird sich also die Subtangente, welche bey $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumur 4342,704 war, und dem Bruche $1 + \frac{\varrho}{210}$ proportional bleibt, für 10 Grade in dem Verhältnisse $226\frac{3}{4} : 220$ vermindern, folglich 4213,440 Toisen gleich werden, und der 220ste Theil davon oder 19,152 Toisen wird die Veränderung für jeden Grad des Thermometers seyn. Darnach hat Herr **Kramp** eine Tafel berechnet; worin die Elasticität und Subtangente für jeden Grad des Thermometers angezeiget sind. Es gibt also diese Tafel die Subtangente für jede mittlere Wärme, und dieß in den Unterschied der hyperbolischen Logarithmen multipliciret, zeigt sogleich die wahre Höhe x. Auch erhält man sogleich, wie viel Mahl die Luft leichter als das Quecksilber ist, wenn man die Subtangente mit der Barometerhöhe dividiret.

Uebrigens zeigt Herr **Kramp** *) noch, wie er durch Bouguers, Lamberts und de Lüc's Schriften auf seine Ideen geführet sey, und theilet zugleich eine Theorie der specifischen Elasticitäten verschiedener Gasarten, nebst einer Tabelle über dieselben bey 55 Grad nach Fahrenheit aus **Fontana's** Versuchen

*) Anhang zur Geschichte der Aerostatik. Frankf. u. Leipz. 1786. 8.

suchen mit, welche er mit Anwendungen auf das Gleichgewicht der Luftarten in verschlossenen Röhren und auf die Geschwindigkeit des Schalles begleitet.

Herr Hofrath **Mayer** α) hat eine Theorie der Wärmemessung entworfen, woraus das allgemeine Gesetz zu folgen scheinet, daß sich die Differenzen der Räume, in welche sich ein Körper ausdehnet, wie die Differenzen der Temperaturen verhalten. Daraus hat er eine Differenzialformel hergeleitet, welche beweiset, daß die Aenderung der Elasticität, welche bloß von der Wärme herrühret, der Aenderung der Wärme selbst proportional sey. Dieß wendet er nach vorhergegangenen Versuchen mit den Ausdehnungen der Luft auf die barometrische Höhenmessung an, und zeigt, wie de Lüc's Verbesserung um $\frac{1}{215}$ für jeden Grad Wärme nach Reaum. aus den Versuchen und der Differenzialformel folge. Daher behauptet Herr **Mayer**, de Lüc's Angabe von $\frac{1}{215}$ sey in allen Fällen so hinreichend, daß keine Verbesserung weiter nöthig sey.

Die Theorie der Höhenmessung mit dem Barometer und ihre Veranlassung handelt Herr **Hennert** β) in seiner 1785 zu Göttingen gekrönten Preisschrift in der größten Allgemeinheit ab. Wenn sich die Dichtigkeiten zweyer Luftmassen wie D : d, Wärmen, d. h. Luftsäulen, welche bey einer gewissen Dichtigkeit und bey den Statt findenden Temperaturen von ihnen getragen werden können, wie C : γ, die Quecksilbersäulen, welche sie tragen, wie α : y verhalten, so zeigt er, daß $\frac{\alpha}{DC} = \frac{y}{\delta\gamma} = A$ eine beständige Größe sey. Nach den gewöhnlichen Schlüssen folgt nun die Formel

$$\delta dx = -dy \text{ oder } \frac{y\,dx}{\gamma} = -A\,dy$$

 woraus

α) Physikalisch-mathematische Abhandlung über das Ausmessen der Wärme in Rücksicht auf das Höhenmessen vermittelst der Barometer. Frankf. u. Leipz. 1786. 8.

β) Comment. de altitudinum mensuratione ope barometri. Vltraj. 1786. 8. maj.

woraus man nach gehörigem Integriren $\int . \frac{dx}{y} = A$ log. nat. $\frac{\alpha}{y}$ erhält.

Die Verbesserung wegen der Wärme des Quecksilbers richtet er so ein, daß sie nach einer von ihm mitgetheilten Tafel nur aus dem unteren Barometerstande α vorgenommen werden darf, den er alsdann α corr. nennt. Will man statt der hyperbolischen Logarithmen briggische gebrauchen, so darf man nur A mit 2,30258 .... multipliciren, wodurch es sich in B verwandelt. Um nun noch $\frac{dx}{\gamma}$ zu integriren, nimmt er $\gamma = C\left(1 + \frac{8x}{\alpha}\right)$ an, und findet mit Weglassung kleiner Größen

$$x = \frac{2C\gamma}{C+\gamma} . B . \log . \frac{\alpha \text{ corr.}}{y},$$

wo C und γ aus mitgetheilten Tabellen durch die Grade des fahrenheitschen Thermometers an beyden Standpunkten gegeben sind. Auch zeigt Herr **Hennert**, daß diese seine Regel mit den meisten Erfahrungen übereinstimme.

Herr **Gerstner** *) in Prag hat die Messungen des Herrn **de Lüc** ebenfalls scharf geprüft, und gefunden, daß der Wärmegrad, für welchen die Differenz der Logarithmen der Barometerhöhen, als ganze Zahlen betrachtet, die Höhe unmittelbar in Tausendtheilen der Toise gibt, oder für welche die pariser Toisen $x = 10000$ (log. α — log. y) ist, nicht allenthalben auf $+ 16\frac{3}{4}$ Grad des Quecksilberthermometers von 80 Graden gesetzet werden könne, sondern bey größern Höhen kleiner als nahe an der Erdfläche angenommen werden müsse. Die Beobachtungen, welche er auf dem Riesengebirge anstellte, bewiesen, daß dieser Wärmegrad, wenn

*) Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bey Höhenmessungen in den Beobachtungen auf Reisen nach dem Riesengebirge; herausgeg. von Jirasek, Haenke, Gruber und Gerstner. Dresden 1791. 4.

wenn x nahe an 40 Toisen kömmt, auf 18, hingegen, wenn x sich der Größe von 500 Toisen nähert, auf 12 Grad zu setzen sey, und daß für Höhen, welche zwischen 40 und 500 Toisen liegen, ein verhältnißmäßiger Werth zwischen 18 und 12 Statt finde. Bedeutet nun der gehörige Grad der Normaltemperatur $= \beta$, und setzet dieß für $16\frac{3}{4}$, so verwandelt sich die von de Lüc angegebene Formel in

$$x = 10000 \left(1 + \frac{\varrho}{215} - \frac{\beta}{215}\right) (\log. \alpha - \log. y)$$

$$= 10000 \left(\frac{215 + \varrho - \beta}{215}\right) (\log. \alpha - \log. y),$$

mithin der Coefficient $\gamma e = 10000 \left(\frac{215 + \varrho - \beta}{215}\right)$.

Könnte man nun allemahl den Wärmegrad β für jeden Fall richtig bestimmen, so würde diese Formel in Ansehung der Richtigkeit alle bisher bekannte übertreffen. Allein es sind hier Umstände in Betrachtung zu ziehen, von welchen der Werth von β abhängt, und welche so leicht nicht ergründet werden können, indem nämlich die Zustände der Luft an ein und eben dem Orte zu veränderlich sind. Um diese genau aufzudecken, müßte man bey jeder Beobachtung außer dem Thermometer vielleicht noch viele andere Werkzeuge, als das Hygrometer, Eudiometer, Luftelektrometer u. a. zu Rathe ziehen, und ihre Angaben mit in die Formel bringen. Allein wer sieht nicht, mit welchen Schwierigkeiten dieß verknüpfet ist, um sich nur erst vollkommen zu versichern, daß eines von diesen Werkzeugen sicher gebrauchet werden könne. Herr **Gerstner** schlägt daher lieber vor, die Dichtigkeit der Luft an beyden Enden der auszumessenden Höhe lieber durch Abwägung mit seiner angegebenen Luftwage (M. s. **Manometer**) zu bestimmen. Da es nämlich bey den barometrischen Höhenmessungen vorzüglich auf die specifischen Gewichte der Luft und des Quecksilbers, oder auf das Verhältniß $\mu : 1$ ankommt, welches bey einer solchen Abwägung für beyde Enden der zu bestimmenden Höhe durch Beobachtung

unmittelbar gefunden wird, so kann man dabey das Thermometer und alle übrige Werkzeuge gänzlich entbehren.

Man nehme also an, die Barometerhöhe bey f sey $= \alpha$, das durch die Luftwage gefundene Gewicht eines Cubikzolles Luft $= l$, das Gewicht eines Cubikzolles von demjenigen Quecksilber, welches das Barometer enthält $= q$, so ist die Dichtigkeit der Luft daselbst $\mu = \frac{l}{q}$; ferner sey bey h die Barometerhöhe $= \varphi$, das Gewicht eines Cubikzolles Luft $= \lambda$, und die Dichtigkeit desselben $= v = \frac{\lambda}{q}$. Nun müßte man zur Bestimmung der Höhe fh eigentlich das Gesetz noch wissen, wornach sich die Dichtigkeit der Luft von f bis h ändere. Da aber dieses aus den Erfahrungen nicht bekannt ist, so muß man zu Hypothesen seine Zuflucht nehmen. Zuerst setze man, diese Aenderung erfolge gleichförmig, d. h. daß in jedem Zwischenpunkte k die Dichtigkeit von f aus gerade um so viel abgenommen habe, als mit der Höhe fk gerade im Verhältnisse steht, so wie die meisten Physiker die Wärme von unten nach oben abnehmen lassen. In diesem Falle kann man also die Dichtigkeit der Luft im Durchschnitte gleichförmig, oder die mittlere Dichtigkeit der ganzen Luftsäule fh durchaus $= \frac{1}{2}(\mu + v)$ annehmen, und man findet die Höhe

$$\odot)\ fh = \frac{\alpha - \varphi}{\frac{1}{2}(\mu + v)} \text{ oder } \frac{\alpha - \varphi}{\frac{1}{2}(l + \lambda)} \cdot q.$$

So fand Herr **Gerstner** die Höhe der Schneekappe über Marschendorf aus den Beobachtungen des Barometers und der Luftwage 544,4 Klaftern, welche die geometrische Messung auf 545 Klaftern gab, wobey also nach dieser die Höhe nur um 0,6 Klaftern oder $3\frac{3}{5}$ Fuß höher gefunden wurde. Uebrigens zeigen Herrn **Gerstners** Beobachtungen, daß diese Voraussetzungen bey geringen Höhen, welche z. B. nicht über 350 Klaftern betragen, sehr genau zutrifft, und daß selbst bis auf 600 Klaftern der Fehler nicht beträchtlich ist.

Will

Will man hingegen bey größern Höhen die Unterschiede der Dichtigkeiten der Luft den Unterschieden der Barometerhöhen proportional setzen, so bedeute die Barometerhöhe in $k = y$ und $fk = x$, und es wird nach dieser Voraussetzung

$\alpha - \varphi : x - y = \mu - v : \mu -$ Dichtigkeit in k seyn müssen, woraus die Dichtigkeit in k

$$= \mu - (\mu - v) \left(\frac{\alpha - y}{\alpha - \varphi}\right)$$ gefunden wird.

Setzt man nun eine unendlich kleine Höhe über $k = dx$, so ist das Gewicht der Luftsäule von der Höhe dx;

$$\mu dx - (\mu - v) \frac{\alpha - y}{\alpha - \varphi} dx = - dy$$

Wird nun die Differentialgleichung gehörig geordnet, und so integriret, daß x für $y = \alpha$ verschwindet, so ergibt sich

$$x = \frac{\alpha - \varphi}{\mu - v} . \text{ log. nat. } \frac{\mu (\alpha - \varphi}{\mu (y - \varphi) + v (\alpha - y)}$$

und für $y = \varphi$, wobey sich x in fh verwandelt

$$\text{☽)}\ fh = \frac{\alpha - \varphi}{\mu - v} . \text{ log. nat. } \frac{\mu}{v}.$$

Wenn μ und v nicht sehr von einander abweichen, so kann man alsdann auch setzen

$$\text{log. nat. } \frac{\mu}{v} = 2 \frac{\mu - v}{\mu + v}$$

dadurch verwandelt sich alsdann die Formel ☽) mit gehöriger Substitution in die ⊙), und daraus ist klar, daß man bey geringen Höhen die obige einfache Formel ⊙) sicher gebrauchen könne.

Uebrigens ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die bisherigen Verschiedenheiten bey den Höhenmessungen mit dem Barometer größtentheils darin ihren Grund haben, daß die Dichtigkeit der Luft an einerley Orte bey einerley Wärme der Barometerhöhe nicht proportional ist; daher werden sie nur dadurch gehoben werden können, wenn man

man die vorhandene Dichtigkeit durch unmittelbare Abwägung bestimmt.

M. s. **J. A. de Lüc** Untersuchungen über die Atmosphäre a. d. Franz. übersetzet; Leipzig Th. I. 1776. Th. II. 1778. gr. 8. **A. G. Kästner** Abhandlung von Höhenmessungen durch das Barometer; in seinen Anmerkungen über die Markscheidekunst. Göttingen 1775. 8. S. 215. u. f. *C. H. Damen* diss. phys. et mathem. de montium altitudine barometro metiendo. Hagae Com. 1783. 8.

Höhlen, unterirdische, Grotten (cauernae, cavernes, grottes) sind leere Räume oder Grotten, welche vorzüglich in den Gebirgen in der Erde angetroffen werden. Selten findet man dergleichen auf dem platten Boden, in Kalkgebirgen und Gypsgebirgen aber sind sie häufig, und es gibt nur wenig Gegenden, in welchen dergleichen nicht wären. In großer Menge trifft man sie an auf den Inseln des Archipelagus, den azorischen, grünen, moluckischen u. s. Inseln. Mehrentheils haben sie Gänge von verschiedener Höhe und Richtung, welche in größere mit Pfeilern und Figuren von Tropfstein ausgeschmückte Klüfte führen, die mit Wasser angefüllet sind. Auch findet man darin bisweilen Knochen, Zähne und Geripppe von Landthieren.

In Deutschland ist besonders merkwürdig die **Baumannshöhle** auf dem Harz. Zu dieser führet ein natürliches Gewölbe in den Berg hinein; sie bestehet aus mehreren Räumen und engen Gängen, überall ist sie mit Tropfsteinen ausgezieret, die gar mancherley besondere Figuren bilden. Auch findet man in ihr Knochen und verschiedene Versteinerungen. Lesenswerthe Nachrichten von dieser Höhle haben besonders **Silberschlag** [α]) und **Schröder** [β]) gegeben. Der Baumannshöhle ist die **Scharzenfelderhöhle** sehr ähnlich; in selbiger hat man unter einer großen Menge von

α) In den Schriften der berliner Gesellschaft naturforschender Freunde; B. VI. Nro. VIII. S. 142. u. f.

β) Naturgeschichte der Baumanns- und besonders der Bielshöhle, wie auch der Gegend des Unterharzes, worin beyde gelegen sind. Hildesheim 1789.

von Knochen auch einige von solcher Größe gefunden, daß man die Thiere nicht hat errathen können, von welchen sie seyn möchten. Auch ist unter andern im Bayreuthischen befindlichen Höhlen vorzüglich durch eine ungeheuere Menge von Knochen eines unbekannten Thieres die Gailenreuther-Höhle merkwürdig. Nach **Esper** [α]) besteht diese Höhle aus mehreren, größtentheils durch enge Oeffnungen verbundenen Gewölbern, von Kalkstein, welche voller Tropfstein sind. Darin findet man Kohlenstaub und ganze Stükken von Kohle, auch im vordern Theile Trümmer von Urnen, und eine Menge von Erde, die offenbar aus der Verwesung thierischer Körper entstanden ist. Zwischen dieser Erde liegen die Knochen zertrümmert und ganz, und so unordentlich durch einander, daß es unmöglich ist, zusammengehörige zu finden, oder ein ganzes Gerippe daraus zusammenzusetzen. **Esper** fand acht- bis neunerley Arten von Zähnen darunter, konnte aber nicht angeben, welchen Thieren dieselben zugehörten. Er scheint zu glauben, daß diese Thiere sich bey der Sündfluth hierher zu retten gesuchet hätten. In einer andern Abhandlung [β]) hält er dafür, daß diese Knochen dem Seebäre (vrſus maritimus Lin.) zugehörten, und sucht diese seine Vermuthung durch Vergleichung der Zähne, der Kinnlade des Seebäres mit einem in der Höhle vorgefundenen Schedel zu bestätigen. Herr **Rosenmüller** [γ]) hat diesen Schedel in seiner akademischen Probeschrift abgebildet, und durch die Vergleichung mit den Beschreibungen des Seebärs und Polarbärs (vrſus arctos Lin.) seine Verschiedenheit von beyden bewiesen. Er hält es für eine Art von Bären, deren Geschlecht entweder ausgegangen oder ausgerottet sey, und ist der Meinung, daß ehedem diese Gegend der Bewohnungsort dieser Thiere gewesen,

α) Ausführliche Nachricht von neu entdeckten Zoolithen unbekannter vierfüßiger Thiere und den sie enthaltenden Grüften der oberbergischen Lande des Margg. Bayreuth. Nürnberg 1774. gr. Fol.

β) Reise zu den gailenreuther osteolithischen Höhlen, in den Schriften der berlin. Gesellsch. naturforsch. Freunde; B. V. S. 56.

γ) Diſſ. de oſſibus foſſilibus animalis cuiusdam etc. Lipſ. 1794. 4.

wesen, welche aber von den Menschen vertrieben wären, und sich in diese Höhlen verkrochen hätten. Daß ihre Knochen von Ueberschwemmungen dahin geführet seyn, ist ihm dieserwegen unwahrscheinlich, weil sich gar keine Seeprodukte darunter finden, und ihre Substanz gar keine Spur von einer Versteinerung oder Verwandlung in Kalkspath zeigt. Von mehreren Höhlen dasiger Gegend findet man Nachrichten bey den Herrn **Köppel** [α]) und **Rosenmüller** [β]).

Viele ähnliche Höhlen trifft man in Frankreich und in der Schweiz an. Eine in der Franche Comté [γ]) ist 80 Fuß hoch, 140 Fuß lang vom Eingange bis zum Ende, und 122 Fuß breit. Herr **Büllerez** zu Besançon fand den Boden der Höhle mit drey Fuß Eis bedeckt, welches zu schmelzen anfing, und sahe drey Pyramiden von Eis, 15 bis 20 Fuß hoch, und 5 bis 6 Fuß breit, die auch schon ziemlich abgenommen hatten. Eine der sonderbarsten in Frankreich ist die von Arcy bey Vermanton, in der Nähe von Auxerre, sie hat eine Länge von 347 Toisen, und besteht aus mehreren Abtheilungen oder Sälen, welche größtentheils mit Stalactiten und andern Gewächsen von Tropfsteinmasse angefüllet sind; in einigen dieser Abtheilungen aber ist Wasser. Diese Höhle ist in einem Kalkgebirge, gleichwohl bemerkt man in ihr an mehrerley Orten zwischen den Felsenstücken eine 2 Fuß mächtige Lage von grobem Kieselsande, welcher mit viel Glimmer und Granit vermischt ist. Wahrscheinlich ist dieser Sand durch den kleinen Fluß Cure, welcher von den Granitbergen bey Chateau Chinon herkömmt, und bey der Höhle vorbeygehet, in diese gebracht und in derselben abgesetzet worden [δ]). **Die Höhle de la Balme** bey Cluse

α) Beschreibung der neu entdeckten Rosenmüllers- und anderer Höhlen bey Muzzendorf im Bayreuth. Erlangen 1795. mit K. gr. 4.

β) Abbildungen und Beschreibungen merkwürdiger Höhlen um Muzzendorf im bayreuthischen Oberlande für Freunde der Natur und Kunst. Erstes Heft. Erlang. 1796.

γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris 1712. 1726.

δ) Mémoir. de l'Academ. de Dijon. 1784. pag. 33.

Cluse in Savoyen hat eine Länge von mehr als 1600 Fuß; in der Mitte hat sie eine Art von Grube, die man den Brunnen nennt, und sehr tief seyn muß, da die Steine, die man in dieselbe wirft, viel Zeit gebrauchen, ehe sie auf den Boden kommen. An den Wänden dieser Höhle fließt ebenfalls Wasser herab, welches zur Entstehung von Tropfstein Veranlassung gibt.

Eine der berühmtesten Höhlen ist die **Grotte von Antiparos**, welche **Tournefort** *) beschrieben hat. Der Eingang ist ein Gewölbe von 20 Schritten breit; dieser führet zu einer dunkeln Oeffnung, durch welche man mit vieler Schwierigkeit vermittelst enger Gänge, schmaler Treppen und Leitern über steile Abstürze bis zu einer Tiefe von mehr als 300 Klaftern gelangen kann, da man alsdann eine sehr große und auf dem Boden mit Figuren bedeckte Höhle findet. Auch war bey den Alten das sogenannte **Labyrinth** in Creta oder Candia berühmt. Der Eingang desselben führet durch einen Gang mit vielen Beugungen in Seitensteigen, wovon das größte 1200 Schritte lang ist, zu zwey großen Sälen. Zuweilen ist der Weg so niedrig, daß man kriechen muß. Die Wände scheinen von ordentlich übereinandergelegten Steinen erbauet zu seyn. **Tournefort** vermuthet, daß das Labyrinth ein zum Theil von Menschen gemachtes Werk sey.

In Italien gibt es ebenfalls verschiedene unterirdische Höhlen. Der **Monte Eolo** bey der kleinen Stadt Cesi gibt aus seinen Ritzen, besonders zur Sommerszeit, vor und nach dem Mittage einen kühlen Wind. Auch ist die **Hundsgrotte** vorzüglich wegen ihres erstickenden Schwadens bekannt. M. s. **Gas, mephitisches**.

Die Ursachen, welchen dergleichen Höhlen ihren Ursprung verdanken, sind eben nicht schwer zu bestimmen. Die Höhlen sind später als die Berge, in welchen sie angetroffen werden; denn die Schichten müssen ursprünglich eine feste Unterlage gehabt haben, auf welche sie sich stützen konnten, und

*) Voyage au Levant. ed. de Lion. 1717. 4. p. 188 sq.

und da alle Berge, in welchen sich dergleichen Höhlen befinden, aus Schichten bestehen, so sieht man, daß die Höhlen zu der Zeit, als sich diese Schichten absetzten, noch nicht da seyn konnten. Allein da, wo jetzt die Höhlen sind, waren die Lagen nicht so fest, sie bestanden entweder aus Erde oder aus einem zarten Gestein; die Wässer, welche man in allen solchen Höhlen antrifft, haben diese Erde oder das Gestein weggeschwemmt, und mit sich fortgeführet, und auf diese Art ist die Höhle entstanden, welche in der Folge durch die Einwirkung der Gewässer immer größer geworden ist. Ueberdieß dringt das Wasser mehrerer großer und kleiner Flüsse in den Erdboden und verläuft sich im Innern der Erde; wahrscheinlich fließen dergleichen Gewässer an manchen Orten durch solche Höhlen, und führen etwas aus selbigen mit sich hinweg. Mannigmahl ist auch der Fall, daß die nämliche Ursache, durch welche die Höhlen hervorgebracht sind, dieselben zerstöret; wenn die Wässer die Theile, welche den Höhlen zur Stütze dienen, erweicht, und nach und nach fortführet, so wird die Decke auf den Boden herabfallen, und so die Höhle mehr oder weniger ausgefüllet werden.

Es können auch die Höhlen noch auf eine andere Art ausgefüllet werden; die Wässer, welche durch die Wände und Wölbungen durchsickern, bilden in den meisten Höhlen Tropfstein, oder andere steinige Gewächse; diese Produkte können sich nach und nach so mehren, daß die Höhle endlich ganz damit angefüllet seyn wird. In den meisten Höhlen haben auch die Tropfsteine zur Entstehung der besondern Abtheilungen und Gänge, welche man in denselben antrifft, Gelegenheit gegeben.

Auch in den vulkanischen Gebirgen müssen sich Höhlen von erstaunlicher Größe bilden. Der Vesuv beweiset überzeugend die Bildung von solchen Höhlen: im Jahre 1631 ward man gewahr, als er sehr stark brannte, daß die Bay von Neapel fast ganz vertrocknete; das Wasser trat nämlich aus dieser Bay mittelst einer Höhle, womit dieselbe durch jenen

jenen Ausbruch in Verbindung gekommen war, in den Vulkan, und dieser spie bald darauf das Wasser heiß wieder aus. Aehnliche Höhlen müssen sich unter allen, so wohl verloschenen als auch brennenden Bergen von dieser Art finden; und besonders werden die Höhlen, welche unter den Bergen Chimboraço, Pichincha, Catapaxi, Hecla, Avatha u. s. f. sind, von ungeheuerer Größe seyn.

M. s. **Torb. Bergmann** Beschreibung der Erdkugel durch **Röhl**. Greifsw. 1780. gr. 8. Th. I. Abth. 2. Cap. 7. **De la Metherie** Theorie der Erde; aus dem Franz. durch **Eschenbach**. Leipz. 1797. Th. II. S. 241. u. f.

Höllenstein s. **Silber**.

Hörrohr (tuba acustica, cornet acustique) ist ein Werkzeug zur Verstärkung des Gehörs für diejenigen Personen, welche ein schwaches Gehör besitzen. Die Oeffnung (fig. 111.) gh des Hörrohres wird weit gemacht, damit es so viele Schallstrahlen, als möglich ist, auffangen kann, welche sonst vor dem Ohre vorbeygehen würden. Dem innern Theile bg, dh wird am besten eine parabolische Gestalt gegeben, damit die parallel auffallenden Schallstrahlen ab, cd in den Brennpunkt e zusammenkommen, wo sie durch die Röhre ef, die man in die Oeffnung des Ohres steckt, in das Innerste des Ohres geführet werden. Uebrigens muß die inwendige Wand wegen des Zurückwersens der Schallstrahlen sehr gut poliret seyn. **Le Cat** machte am Bau des Ohres die Bemerkung, daß der Schall in einer völlig eingeschlossenen Luft verstärket werde, und gab daher das doppelte Hörrohr (fig. 112.) an, bey welchem die Höhlung eingeschlossene Luft enthält, die nicht anders als durch die Röhre eg in den Gehörgang des Ohres gelangen kann.

Hohlgläser s. **Linsengläser**.

Hohlspiegel s. **Spiegel, hohle**.

Holländisches Fernrohr s. **Fernrohr**.

Homogen, gleichartig (homogeneum, similare, homogène, similaire) heißt dasjenige, was einerley Natur

und gleiche Eigenschaften besitzet. So redet man von homogenen Massen, oder homogenen Körpern, welche einerley Eigenschaften besitzen, und von gleicher Natur sind, wie z. B. Wasser, reine Metalle u. d. g. Dem Homogenen wird das Heterogene entgegengesetzet. M. s. **Heterogen.**

Horizont, Gesichtskreis (horizon, circulus finitor, horizon) heißt der scheinbare Kreis, welchen ein Beobachter auf der Erde in einer allenthalben freyen Aussicht rings herum übersehen kann. Weil nämlich das Auge Objekte auf der Erdfläche nur bis zu einer gewissen Grenze bestimmt erkennen kann, über welche hinaus es die Entfernungen anderer sichtbaren Objekte von einander nicht mehr wahrnimmt, mithin es ihm vorkommt, als ob alle Gegenstände, die über diese Grenzen hinausliegen, rund herum vom Auge gleich weit entfernt wären; mithin scheint das Auge einen Kreis zu übersehen, welcher eben der **Horizont** genannt wird. Man unterscheidet den **scheinbaren Horizont** (Horizon apparens) von dem **wahren Horizonte** (horizon verus). Jener ist die ebene Fläche des sichtbaren Kreises, welche die krumme Oberfläche der kugelförmigen Erde an der Stelle berühret, wo der Beobachter sich befindet; dieser aber ist die ebene Fläche, welche durch den Mittelpunkt der Erde und mit dem scheinbaren Horizonte parallel geht. Wenn man sich beyde gehörig erweitert bis zur scheinbaren Himmelskugel vorstellet, so ist ihr Abstand von einander das Maß von einem Winkel im Mittelpunkte der Erde, welcher den Nahmen der **Horizontalparallaxe** führet, und desto kleiner wird, je kleiner man die Erdkugel in Vergleichung mit der Himmelskugel annimmt. Weil nun vermöge der Erfahrung bey den Fixsternen keine Horizontalparallaxe angetroffen wird, so muß auch die Erde in Vergleichung mit der Kugel der Fixsterne für unendlich klein gehalten werden, und es ist für den Ort der Beobachtung einerley, die Sterne mögen auf der Oberfläche der Erde oder aus dem Mittelpunkte derselben betrachtet werden, also ist es auch in Rücksicht der Fixsterne einerley, ob man sich

den scheinbaren oder wahren Horizont für den Ort der Beobachtung vorstellet. M. s. **Erdkugel**. Bey Beobachtung der Sonne, des Mondes und der Planeten ist dieser Unterschied allerdings in Betrachtung zu ziehen, und man muß bey Beobachtung der Höhen dieser Himmelskörper selbige auf diejenige reduciren, welche auf den wahren Horizont fallen würde.

In der Astronomie ist der Horizont einer von den vornehmsten größten Kreisen, auf welchen sich Begriffe der Sterne beziehen, wie z. B. Aufgang, Untergang und Höhe der Sterne, und welcher mit andern größten Kreisen der Himmelskugel merkwürdige Durchschnittspunkte gibt.

Vermöge der Erfahrung ist die Richtung der Schwere oder des herabhängenden Bleylothes an allen Stellen auf der Erdoberfläche auf dem Horizonte senkrecht. Es ist also die verlängerte Richtung der Schwere oder die Scheitellinie die Axe des Horizontes, deren Endpunkte oder das Zenith und Nadir die Pole desselben sind, welche also vom Horizonte in allen Punkten des Umfanges um 90 Grade entfernet sind. Es stehen daher alle durch die Pole des Horizontes gehende größte Kreise auf demselben senkrecht, und alle übrige größte Kreise schneiden sich mit ihm in Halbkreisen. Die ganze Himmelskugel theilet er in zwey Hälften ab, nämlich in die **obere** und **untere**. Die beyden Durchschnittspunkte mit dem Meridian bestimmen die Mittags- und Mitternachtspunkte, deren Entfernung von einander die Mittagslinie ausmacht. Die Durchschnittspunkte des Aequators mit dem Horizonte geben den Morgen- und Abendpunkt. Es theilen demnach diese vier Punkte den Horizont in 4 Quadranten; wird alsdann jeder Quadrant noch dreymahl halbiret, so erhält man die bey den Schiffern gewöhnliche Eintheilung des Horizontes in 32 gleiche Theile der Weltgegenden. M. s. **Weltgegenden**.

Uebrigens wird der Horizont, wie jeder anderer größter Kreis in 360 Grade getheilet, welche in der Astronomie gewöhnlich vom Mittagspunkte aus auf beyden Seiten fort-

gezählet werden, so daß auf beyden Seiten bis zum Mitternachtspunkte 180 Grade Statt finden. Nach solchen Graden gibt man die Azimuthe der Gestirne an. M. s. **Azimuth.** Bisweilen aber, besonders für Sterne, welche eben auf- und untergehen, fängt man auch vom Morgen- oder Abendpunkte zu zählen an, und rechnet in solchen Graden die Morgen- und Abendweiten. M. s. **Morgenweite, Abendweite.**

Die Markscheider theilen den Horizont gewöhnlich in 24 Stunden ab, um das Streichen der Gänge zu bestimmen. M. s. Gänge.

Horizontal, wagrecht, wasserrecht (horizontale, ad libellam compositum, horizontal). Eine Linie oder Ebene nennt man horizontal, wenn sie mit dem scheinbaren oder auch wahren Horizonte eines Beobachtungsortes parallel läuft. Die Richtung der Schwere steht auf einer solchen Linie oder Ebene senkrecht. Die horizontale Lage einer Linie oder einer Ebene bestimmt man durch Werkzeuge, welche überhaupt **Wagen** genannt werden. Z. B. Nivellirwagen, Wasserwagen, Schrotwagen u. dergl. Das Stück Fläche, welches wir auf der Erde übersehen können, ist eigentlich keine Ebene, sondern ein Theil einer kugelähnlichen Fläche, und daher ist der Ausdruck, wasserrecht, nicht recht schicklich, wenn man darunter die Lage einer Linie oder Fläche verstehet, welche mit dem scheinbaren Horizonte parallel läuft, weil die Wasserfläche die Gestalt einer Kugelfläche hat. Es weicht also die Oberfläche der Erdkugel von dem scheinbaren Horizonte in großen Entfernungen eben so ab, wie ein Kreisbogen von seiner Tangente abweicht. Bey scharfen Ausmessungen auf der Erdfläche, besonders bey großen Entfernungen oder auch großen Flächen selbst, muß man auf diese Krümmung vorzüglich Rücksicht nehmen, wie z. B. bey Messungen einiger Grade eines Meridianes, bey Verzeichnungen der Landcharten, beym Nivelliren u. s. f. Wie groß die Abweichung der Krümmung der Erde in gewissen bestimmten Entfernungen vom Beobachtungs-

achtungsorte aus sey, soll unter dem Artikel, **Wasserwägen**, gezeiget werden.

Horizontalparallaxe s. **Parallaxe.**

Horizontalwage s. **Wasserwage.**

Hornbley s. **Bley.**

Hornhaut s. **Auge.**

Hornsilber s. **Silber.**

Horopter (horopter, lieu du concours des deux axes optiques). Wenn wir einen leuchtenden oder erleuchteten Punkt (fig. 113.) c deutlich sehen wollen, so gehen unsere Augenaxen nach diesem Punkte hin, welche folglich daselbst zusammen kommen. Eine Ebene durch c lothrecht auf das Dreyeck abc geführt, heißt alsdann der **Horopter.**

Man sieht leicht, daß die beyden Bilder von c, so wie überhaupt die Bilder eines jeden im Horizonte liegenden Punktes, auf übereinstimmende Punkte der Netzhaut in beyden Augen fallen. Man nehme z. B. an, die bey den Linien fgh seyen die Netzhäute in beyden Augen, so fällt das Bild von c auf selbige in die Mitte g. Wenn aber zugleich andere Gegenstände d und e außer dem Horopter liegen, so fallen ihre Bilder h und f auf verschiedene Seiten von g, mithin auf nicht übereinstimmende Punkte der Netzhaut. Allgemein lehret nun die Erfahrung, daß wir ein Objekt nur einmahl sehen, wenn ihr Bild in beyden Augen auf übereinstimmende Punkte fällt; mithin stellt uns das Auge ein einfaches Bild aller im Horopter liegenden Gegenstände dar, das auf beyden Netzhäuten gleichförmig abgebildet ist. Da aber die Bilder der in d und e befindlichen Objekte nicht auf übereinstimmende Punkte der Netzhaut, also auf zwey verschiedene Stellen des Bildes fallen, so folget nothwendig, daß alles, was außer dem Horopter liegt, das Auge doppelt siehet.

Es fällt zwar beyden Augen schwer, die Gesichtsaxen außer den Horopter hinzurichten. Wenn man aber durch vorsetzliches Schielen oder durch Verdrückung des einen Au-

ges mit dem Finger die Gesichtsaxen nach verschiedenen Punkten richtet, so erscheinen auch alle Sachen doppelt.

Wenn die Augenaxen natürlich nach einem Punkte c gerichtet sind, so erscheinen zwar die Gegenstände d und e doppelt, aber auch zugleich sehr undeutlich. Eben dieser Undeutlichkeit wegen, und weil wir nur immer auf das, was wir betrachten, Acht geben, bemerken wir diese doppelten Erscheinungen nur, wenn der Eindruck der Gegenstände d und e lebhaft ist, oder sonst durch irgend einen Umstand Aufmerksamkeit erreget. So erscheinet uns z. B. bey Betrachtung einer Sache nahe vor die Augen gehalten die Lichtflamme doppelt, und wenn wir in die Ferne sehen, so stellt sich ein Finger schnell gegen das Auge gebracht doppelt in selbigem dar u. s. f.

M. s. **Smith** vollständiger Lehrbegriff der Optik durch **Kästner**. B. I. Cap. 5. §. 137 f.

Hufeisen, magnetische, s. **Magnet.**

Hügel s. **Berge.**

Hydraulik (hydraulica, hydraulique) ist diejenige Wissenschaft, welche von den Gesetzen der Bewegung des Wassers handelt; unter Wasser wird aber hier eine jede tropfbar flüssige Materie verstanden. Die Gesetze der Bewegungen flüssiger Materien zu entwickeln, ist mit ungleich größerer Schwierigkeit verbunden, als bey den festen Körpern, weil ein Theil einer flüssigen Materie in Bewegung kommen kann, der andere aber unbewegt bleibt, oder auch weil die Theile derselben gar verschiedene Bewegungen erhalten können. Man sieht daraus, daß nothwendig sehr verwickelte Rechnungen entstehen müssen, die Kenntnisse in der höhern Mathematik voraussetzen. Wenn indessen eine flüssige Masse in Gefäßen und in Canälen eingeschlossen ist, welche entweder durch Oeffnungen ausfließt, oder in Canälen fortläuft, so ist alsdann derselben der Weg vorgezeichnet, in welchem sie fortgehen soll, und es kömmt nun bloß darauf an, ihre Geschwindigkeit zu suchen. Die leichtesten Fälle solcher Untersuchungen, bey welchen aber doch nothwendig

wendig Kenntniß in der gemeinen Algebra vorausgesetzet wird, hat man in eine Wissenschaft gebracht, welche die gemeine **Hydraulik** heißt, und welche man von der **höhern**, oder der **Hydrodynamik** unterscheidet. So rechnet man zur gemeinen Hydraulik Lehren von der Bewegung des Wassers in Röhren oder Canälen, welches zu verschiedenem Gebrauche in die Höhe, wie z. B. in Pumpenröhren gehoben wird.

Bey den Alten waren bereits verschiedene hydraulische Maschinen zur Erhebung des Wassers bekannt. **Vitruv** α) schreibt dem **Archimed** die Erfindung der Wasserschraube, und die des Druckwerks mit doppeltem Stiefel dem Ctesibius von Alexandrien zu. Des Ctesibius Schüler, Heron von Alexandrien, hat in einer eigenen Schrift β) eine Menge hydraulischer Maschinen und verschiedene Arten von Springbrunnen gesammelt, welche meistens auf dem Druck der Luft und ihren übrigen Eigenschaften beruhen. M. s. **Springbrunnen.**

Der P. **Schott** γ) und **Böckler** δ) haben Beschreibungen von einer großen Menge Springbrunnen und anderer hydraulischen Maschinen, jedoch ohne richtige Theorie davon, gegeben. Eine vorzüglich schätzbare praktische Sammlung der meisten hydraulischen Maschinen, auf weit bessern Gründen beruhend, hat **Leupold** ε) mitgetheilet, wiewohl seine Theorie doch noch sehr mangelhaft war. Der erste, welcher die Theorie der hydraulischen Maschinen aus guten Gründen zu entwickeln suchte, war **Mariotte** ζ). Nachher wurde sie immer mehr vervollkommnet und durch neue Erfindungen erweitert. Alle diese Erweiterungen mit gehö-

 riger

α) De architectura. lib. X. cap. 12.

β) Πνευματικῶν s. spiritalium liber, ed. a Command. Paris 1575. 4.

γ) Mechanica hydraulico-pneumatica. Herbip. 1657. 4.

δ) Architectura curiosa, oder Bau- und Wasserkunst. Nürnberg 1704. fol.

ε) Theatrum machinarum hydraulicarum. Tomi II. Leipz. 1725. und 1728. fol.

ζ) Traité du mouvement des eaux. Paris 1686. 8. Mariotte's Grundlehre der Hydrostatik und Hydraulik; a. d. Fr. von D. Meinig. Leipz. 1723. 8.

riger Theorie und derselben Anwendung verbunden hat **Belidor** [α]) in einem großen Werke zusammengetragen.

Hydrodynamik (hydrodynamica, hydrodynamique) ist die Wissenschaft, welche die Gesetze der Bewegungen flüssiger Bewegungen im Allgemeinen angibt. Die ersten Gründe dieser Wissenschaft wurden von den Schülern des Galilei in Italien, um die Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts, geleget. Ein Benediktiner von Monte Casino, **Castelli** [β]), war der erste, welcher eine Untersuchung über das Gesetz der Geschwindigkeit, womit das Wasser aus engen Oeffnungen der Gefäße ausläuft, anstellte, und glaubte aus Erfahrungen zu finden, die Geschwindigkeit verhalte sich wie die Wasserhöhe. Allein Torricelli [γ]) und **Baliani** [δ]) behaupteten dagegen, daß sich die Geschwindigkeiten, mit welchen das Wasser aus den Oeffnungen der Gefäße auslaufe, wie die Quadratwurzeln der Wasserhöhen verhalten. Torizelli's Lehre wurde nachher von **Mariotte** [ε]) durch Erfahrungen bestätiget, und **Geo. Friedr. Richter** [ζ]) suchte sie zu beweisen. Der P. **Francesco Eschinardo** [η]) glaubte, es sey beydes wahr: bey Wasser, welches zur Oeffnung eines Gefäßes herausläuft, verhalte sich die Geschwindigkeit wie die Quadratwurzel der Wasserhöhe, aber wie die Höhe selbst, wenn es in einem Canale fließe, welcher von oben bis unten offen ist, wie in Gräben, dadurch es aus Sümpfen u. dergl. abgeleitet würde. **Domenico Guilielmini** [ϑ]) behauptete Torricelli's Satz durch einen Versuch,

α) Architecture hydraulique. Paris 1737. IV Vol. gr. 4. Architectura hydraulica; von **Belidor** mit **Wolfs** Vorrede. Augsb. 1740 — 1769. 4 Bände kl. Fol.

β) Della misura dell' acque correnti. Rom. 1640. und in der nuova raccolta d'autori che trattano dell moto dell' acque. Parma 1766. VI Tom. 4.

γ) Dell moto dei gravi. Firenz. 1644. 4.

δ) De motu naturali grauium. Geneuae 1646. 4.

ε) Traité du mouvement des eaux. Paris 1686. 8.

ζ) Noua litteralia anni 1720. auct. *Jo. Gottl. Krausio.* Lipf. p. 150.

η) Dell' impeto. 1684.

ϑ) Mensura aquarum fluentium. Bonon. 1690. 4. ingl. de natura fluminum; in Guilielmini opp. Genev. 1719. 4.

such, **Varignon** [α]) und **Hermann** [β]) gaben Beweise davon [γ]).

Die ersten, welche die Gesetze der Bewegung des Wassers, und insbesondere die Beschleunigung desselben mit Hülfe der Integralrechnung vollständiger auseinandersetzten, waren die beyden **Bernoulli**. Der Vater, **Johann Bernoulli** [δ]), gründete seine Lehren auf die bewiesenen Sätze der allgemeinen Mechanik. Der Sohn, **Daniel Bernoulli** [ε]), aber bauete seine Lehren auf den Grundsatz der lebendigen Kräfte. **Euler** [ζ]) suchte in verschiedenen akademischen Abhandlungen der Methode des ältern **Bernoulli** mehr Allgemeinheit zu geben, und von selbiger praktische Anwendungen zu machen. Der Herr **von Segner** [η]) kleidete das, was die beyden **Bernoulli** analytisch bewiesen hatten, in einen kurzen synthetischen Vortrag ein. **D'Alembert** [θ]) hat bey der Bewegung flüssiger Körper eben die Methode gebrauchet, deren er sich in seiner Mechanik bedienet hat, tadelt übrigens **Daniel Bernoulli**, daß er die Erhaltung der lebendigen Kräfte nicht vollkommen richtig angebracht habe. **Mac-Laurin** [ι]) sucht **Newton's** Lehren vom Ausflusse aus einem Gefäße zu erläutern. Er bemerket, daß die Schwere, welche in die ganze Masse Wasser im Gefäße wirket, dreyerley verursachen muß. Sie beschleuniget wenigstens eine Zeit-

 lang

α) Mém. de l'Acadêm. roy. des scienc. de Paris 1699. et 1703.

β) Phoronomia s. de viribus et motibus corporum fluidorum et solidorum libri II. Amst. 1716. 4.

γ) *Poleni* de castellis Flor. 1718. u. Ital. unter dem Titel, delle Pescaje; in der nuova raccolta Vol. III.

δ) Hydraulica nunc primum detecta ac demonstrata directe ex fundamentis pure mechanicis ann. 1732. in opp. Tom. IV.

ε) Hydrodynamica s. de viribus et motibus fluidorum commentarii. Argent. 1738. 4.

ζ) Mémoir. de Berlin 1750. 1751. 1752. 1754. Nov. comment. Petrop. Tom. VI. und principes généraux du mouvement des fluides. mém. de Berlin 1755. p. 274 sqq.

η) Exercitationum hydraulicarum fasciculus. Goett. 1747. 4.

θ) Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides pour servir de suite au traité de dynamique à Paris 1744. 4.

ι) A Treatise on Fluxious in two Books. Edinb. 1742. 2 Bände 4. Book I. art. 537.

läng das Wasser, welches im Gefäße hinabsinkt, sie verursachet, daß das Wasser, das zur Oeffnung hinausläuft, mehr Bewegung hat, als es mit dem übrigen Wasser gemeiniglich haben würde; und sie wirkt auch auf den Boden des Gefäßes. Herr **Kästner** α) trägt die Theorie von der Bewegung flüssiger Materien nach **Johann Bernoulli** mit Vergleichung der eulerischen Methode vor, und gibt dabey von den ältern Schriftstellern sehr vollständige Nachrichten. Auch Herr **Karsten** β) hat die Theorie mit häufigen praktischen Anwendungen, meist nach **Eulers** Methode, jedoch zugleich mit Vergleichung der Lehren beyder **Bernoulli's** vorgetragen.

Von den neuern hierher gehörigen Lehrbüchern der Hydraulik und Hydrodynamik sind folgende zu bemerken: **Bernhard** γ), Condirektor der königlichen Sternwarte beym Seewesen zu Marseille, Abt **Bossüt** δ), **Karl Chr. Langsdorf** ε), **Johann Georg Büsch** ζ), von **Büat** η). Eins der vorzüglichsten, aber noch nicht vollendeten Werkes ist das vom Herrn von **Prony** ϑ), dessen Plan dahin gehet, die ganzen mechanischen Wissenschaften ausführlich abzuhandeln.

Hydrau-

α) Anfangsgründe der Hydrodynamik. Götting. 1769. 8. 2te verm. Ausgabe Götting. 1797.

β) Lehrbegriff der gesammten Mathematik. Greifsw. 1770. u. 1771. 5ter und 6ter Theil 8.

γ) Neue Grundlehren der Hydraulik mit ihrer Anwendung auf die wichtigsten Theile der Hydrotechnik; a. d. Franz. übers. u. mit Anmerk. herausg. von Langsdorf. Gießen 1790. 8.

δ) Lehrbegriff der Hydrodynamik nach Theorie und Erfahrung; aus dem Franz. mit Anmerk. und Zusätz. von Langsdorf, 2 Bände. Frankf. am Mayn 1791. 1792. 8.

ε) Lehrbegriff der Hydraulik mit beständiger Rücksicht auf die Erfahrung. Altenb. 1794. 4. Fortsetzung des Lehrbegriffs der Hydraulik, welche eine Theorie der Schwungräder und ihrer Anwendung bey Maschinen enthält. Altenb. 1796.

ζ) Versuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerl. Lebens, 3ten Theiles 2ter Band. Hamburg 1796.

η) Grundlehren der Hydraulik; a. d. Franz. übers. mit Anmerk. u. Zusätz. von Joh. Fried. Lempe. Th. 1. Leipz. 1796.

ϑ) Nouvelle architecture hydraulique etc. prem. partie à Paris 1790. second. part. contenant la déscription detaillée des machines à feu. à Paris 1796. 4. Neue Architektura Hydraulika vom Herrn von

Hydraulische Maschine, Segners s. Segners hydraulische Maschine.

Hydrogen s. Wasserstoff.

Hydrographie (hydrographia, hydrographie) ist derjenige Theil der mathematischen Geographie, welcher die Gründe von der Beschiffung des Meeres enthält. Dahin gehören die Lehren von dem Compaß, von der Erfindung des Weges zur See, von den Seecharten und loxodromischen Linien, von der Bestimmung der Länge und Breite zur See.

Im siebenzehnten Jahrhunderte sammelte der Jesuit Fournier [α]) alles, was man hiervon zu seiner Zeit entdeckt hatte, zusammen, so wie ebenfalls Riccioli dieß Geschäft unternahm, und es in seinem geographischen Werke [β]) beyfügte. Der Engländer Eduard Wright [γ]) zeigte die Theorie der Seecharten, welche bereits schon Mercator verfertiget hatte. Nachher sind alle die dahin gehörigen Lehren durch weitere Untersuchungen und Beobachtungen, durch Erfindung zweckmäßiger Instrumente, Anwendung der höhern Mathematik u. d. g. gar sehr erweitert und vervollkommnet worden. Die vorzüglichsten Schriften über die Schifffarth sind von Bouguer [δ]), Leveque [ε]) und Röhl [ζ]). Das Nothwendigste hiervon hat auch Herr Bode [η]) in möglichster

von Prony, Ingenieur beym Brücken- und Straßenbau. Th. I. B. 1; welcher die Statik, Dynamik, Hydrostatik und Hydrodynamik enthält; a. d. Franz. von Langsdorf. Frankf. am M. 1794. gr. 4. Th. I. B. 2; welcher die allgemeinen Lehren von Maschinen und dabey anwendbaren Kräfte und die physischen Umstände enthält, welche auf Gleichgewicht und Bewegung Einfluß haben. Frankf. am Mayn 1795. 4.

α) Hydrographie. Paris 1653. fol.

β) Geographia et hydrographia reformata. Venet. 1622. fol.

γ) Certain errors in Navigation detected and corrected, the 2d. edit. Lond. 1657.

δ) Nouveau traité de navigation. Paris 1755. 1760. 1769. 4.

ε) Guide du Navigateur ou traité de la pratique des observations et des calculs necessaires au Navigateur. Paris 1778. 4.

ζ) Anleitung zur Steuermannskunst. Greifsw. 1778. 8.

η) Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde und der damit verwandten Wissenschaften. Berlin 1778. 1793. 8.

lichster Kürze vorgetragen, so wie Herr **la Lande** [α]) eine kurze, mit vielen Tafeln versehene Anleitung zur Schifffarth überhaupt entworfen hat.

Hydrologie (hydrologia, hydrologie). Hierunter verstehen **Wallerius** [β]), **Cartheuser** [γ]) und **Monnet** [δ]) systematische Verzeichnisse der verschiedenen Wässer auf der Erdfläche, welche mehr oder weniger mit mancherley fremden Stoffen angeschwängert sind. Diese Wissenschaft macht einen Theil der Naturgeschichte aus.

Hydrostatik (hydrostatica, hydrostatique) ist die Wissenschaft von den Gesetzen des Gleichgewichtes des Wassers unter sich und mit festen Körpern. Unter dem Wasser wird hier überhaupt eine jede tropfbar flüssige Materie verstanden. Diese Wissenschaft gibt besonders Unterricht vom Gleichgewichte tropfbar flüssiger Materien in Gefäßen und vom Druck gegen selbige, vom Gleichgewichte des Wassers mit festen Körpern, und von den specifischen Gewichten fester und flüssiger Körper.

Archimedes [ε]) war der Erfinder der hydrostatischen Gesetze, welche das Gleichgewicht flüssiger Körper mit den festen betreffen, von dem noch zwey Bücher von schwimmenden Körpern vorhanden sind. Mit diesen Gesetzen des Archimedes hat man sich bis zum siebenzehnten Jahrhunderte begnüget. In diesem fügten **Marino Gheraldi** [ζ]) und **Galilei** [η]) noch einige Entdeckungen hinzu.

Die Lehren von dem Gleichgewichte des Drucks der flüssigen Materien unter sich sind erst in der letztern Hälfte des sieben-

α) Abrégé de navigation historique, théorique et pratique à Paris 1793. 4.

β) Hydrologie, eller Watturiket. Stockholm 1748. Hydrologie oder Wasserreich übers. von Denso. Berlin 1751. 8.

γ) Rudimenta hydrologiae systematicae. Frank. ad Viad. 1758. 8.

δ) Nouvelle hydrologie à Londres 1772. 8.

ε) Περὶ τῶν ὀχουμένων, βιβλ. β. de insidentibus humido libri II. in opp. Archimedis p. *Dav. Rivaltum.* Paris 1615. fol.

ζ) Archimedes promotus. Romae 1603.

η) Discorso intorno alle cose, che stanno su l'acqua o che in quella si muovono, opere di *Galileo Galilei.* Firenz. 1718. 4. maj. Tom. I. p. 221.

siebenzehnten Jahrhunderts von **Boyle** [α]) und **Mariotte** [β]) bearbeitet worden.

Daniel Bernoulli [γ]) hat auch den Lehrsatz vom Gleichgewichte flüssiger Körper in communicirenden Röhren schärfer, als vor ihm geschehen war, bewiesen. Zugleich sucht er darzuthun, daß die Oberfläche des stillstehenden Wassers jederzeit horizontal stehen müsse; dagegen aber hat D'Alembert [δ]) verschiedene nicht ungegründete Einwendungen gemacht; dieserwegen ist dieser Satz nachher lieber als ein Erfahrungssatz angenommen worden.

Die ersten Gründe der Hydrostatik findet man übrigens in allen Lehrbüchern der angewandten Mathematik.

Hydrometrische Flügel, Woltmanns s. **Windmesser.**

Hydrostatische Wage s. **Wage, hydrostatische.**

Hyetometer s. **Regenmaß.**

Hygrometer, Notiometer, Hygroskop, Feuchtigkeitsmaß (hygrometrum, notiometrum, hygroscopium, hygrométre, notiométre, hygroscope) ist ein Werkzeug, welches anzeigen soll, in welchem Grade die Luft geneigt ist, den Körpern Feuchtigkeit mitzutheilen.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß verschiedene Körper die in der Luft sich befindende Feuchtigkeit gleichsam einsaugen, und dadurch entweder eine Ausdehnung, oder ein Aufquellen in die Breite, mithin nach der Richtung der Länge ihrer Fasern eine Verkürzung erleiden, wie z. B. Darmsaiten, Holz, Papier, Pergamen, Elfenbein, Fischbein, Federkiel, Haare, Stricke u. s. w. Darmsaiten und hänfene Stricke winden sich in feuchter Luft mehr auf, schwellen auf, und werden dadurch verkürzt; Tannenholz quillt nach der Richtung, welche seine Fasern rechtwinklig durchschneiden, daher bey feuchter Witterung Fenster und Thüren verquellen u. s. f. Diese Erfahrungen gaben Veranlassung, durch dergleichen

α) Paradoxa hydrostatica; in opp. var. Genev. 1680. 4.
β) Traité du mouvement des eaux. à Paris 1686. 8.
γ) Hydrodynamica sect. II. §. 1 sqq.
δ) Traité des fluides. art. 13.

gleichen Körper die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit zu bestimmen.

In den ältern Zeiten hat man gar nicht darauf gedacht, durch richtig angestellte Versuche bestimmte Begriffe und aus Erfahrung erwiesene Grundsätze fest zu setzen, um Werkzeuge dieser Art zu verfertigen, welche in ihrem Gange übereinstimmend und fest wären. Erst in den neuern Zeiten haben sich besonders die Herrn **de Saussüre** und **de Lüc** beeifert, feste und bestimmte Grundsätze in die Hygrologie und Hygrometrie einzuführen. Es verdienen alle die von diesen beyden Männern angegebenen Hygrometer diesen Nahmen gar nicht, indem sie nichts weiter als Hygroskope sind. Eine Menge besonderer Einrichtungen von diesen findet man beym **Krünitz** α). Herr **de Lüc** hat seine Theorie in mehreren Abhandlungen β) weitläuftig vorgetragen, und die verschiedentlich abgeänderten mühsamen Versuche erzählet, auf welche sie sich gründet. Der Grund dieser Theorie ist kürzlich dieser:

Im ganz allgemeinen Verstande kann man **Feuchtigkeit** als unsichtbares Wasser annehmen, welches bemerkbare Erscheinungen zu Wege bringet. Solche Substanzen, welche durch ihre Veränderung die in einem Medium befindliche Feuchtigkeit anzeigen, heißen **hygroskopische Körper**. In einem Medium ist gar keine Feuchtigkeit da, wenn es keinen Dampf enthält, und in einem hygroskopischen Körper befindet sich keine Feuchtigkeit, wenn er weiter kein Wasser enthält, welches ohne Zerlegung seiner Bestandtheile verdunsten kann. Dagegen erreichet in einem Medium die Feuchtigkeit den höchsten Grad, wenn kein Dampf weiter hineingebracht werden kann ohne sich zu zersetzen, und im hygroskopischen Körper, wenn er weiter kein Wasser in sich nehmen

α) Encyclopädie. Art. Hygrometer. B. 27.

β) Ideen über die Meteorologie. Th. I. Abth. I. Cap. 2. u. 3. Ueber die Hygrometrie. Philosoph. transact. Vol. LXXXI. 1791. P. I. p. 1 sq. P. II. p. 389.; übers. in Grens Journ. der Phys. B. V. S. 279. u. f. imgl. über die Ausdünstung. Vol. LXXXII. 1792. P. II. p. 400.; übers. ebendas. B. VIII. S. 141. u. f.

men kann. Weil beyde Extremen im Medium und im hygroskopischen Körper der Natur der Sache nach mit einander correspondiren, so erlangt man dadurch zwey feste Punkte, bey welchen bestimmte Grade der Feuchtigkeit des Mediums, vermöge bestimmter Veränderungen des hygroskopischen Körpers angezeiget werden; mithin werden auch dazwischen fallende Veränderungen des hygroskopischen Körpers Zwischengrade der Feuchtigkeit angeben, wenigstens in derselben Ordnung, wenn auch nicht völlig in gleichem Verhältnisse. Hieraus ist es auch begreiflich, daß keinesweges der Zustand eines hygroskopischen Körpers die Quantität des Dampfes anzeige, welcher in einem luftvollen oder luftleeren Raume enthalten ist. Er zeigt bloß die Fähigkeit des Mediums an, Wasser mitzutheilen. Diese Fähigkeit ist dem jedesmahligen Verhältnisse zwischen der Quantität des Dampfes und dem der Temperatur correspondirenden Maximum des Dampfes proportional. Man irret sich also, wenn man der Meinung ist, daß das Hygrometer die Gegenwart oder Abwesenheit alles wässerigen, also auch des elastischen Wasserdampfes in der Atmosphäre anzeige. Vielmehr lehren die Erfahrungen des Herrn **de Lüc** und des Herrn **Watt**, daß hygroskopische Körper im Wasserdampfe Trockenheit zeigen, wenn der Dampf durch nöthige Wärme durchaus im elastischen Zustande erhalten werden kann. Nur alsdann, wenn durch Erkaltung oder Zusammendruckung ein Theil des elastischen Wasserdampfes zersetzet wird, entstehet Feuchtigkeit, welche das Hygrometer angibt.

Die ältesten Einrichtungen dieser Art haben **Leupold** α) und **Wolf** β) beschrieben. Es würde ganz wider den Zweck seyn, dergleichen hier ausführlich anzugeben, da sie alle auch nicht den geringsten Grad von Vollkommenheit besitzen. Die von **Leupold** und **Wolf** angegebenen haben zu den hygroskopischen Substanzen hänfene Schnuren oder Darmsaiten, welche um eine Rolle geleget sind, und an dem einen

Ende

α) Theatrum aërostaticum. cap. VII. S. 288. u. f.
β) Nützliche Versuche. Th. II. Cap. 7.

Ende ein kleines Gewicht mit einem Zeiger hängend halten, welcher letztere die auf einer ebenen Fläche gezeichneten Grade der verschiedenen Feuchtigkeit der Luft anzeigen. Dalancé α) bediente sich zur hygroskopischen Substanz eines Streifen Papiers, welcher zwischen zwey fest stehende Säulen ausgespannt, und in der Mitte mit einem kleinen Gewichte beschweret war. In der feuchten Luft dehnt sich dieser Streif aus, die Spannung wird geringer, das Gewicht sinkt ein wenig, und gibt durch seinen Zeiger an einer Skale die Größe des Sinkens an. Der P. **Maignan** nahm zum hygroskopischen Körper eine Granne von dem so genannten Wildhafer, welche sehr empfindlich gegen die Feuchtigkeit ist; er schloß sie nämlich in ein Gehäuse ein, dessen oberer Umkreis in Grade getheilet war, und bog die Spitze der Granne wie einen Zeiger um. Allein eine solche Granne verlieret die Empfindlichkeit gegen die Feuchtigkeit, so bald sie trocken geworden ist. Dieserwegen gebrauchte **Sturm** β) lieber eine Darmsaite, schloß sie aber in Glasröhren ein, wodurch sie dann aber freylich der Luft, als welche doch derselben ihre Feuchtigkeit abgeben sollte, ganz entzogen wurde.

Eine andere Art von Hygrometern bestimmt die Feuchtigkeit durch das veränderte Gewicht der Körper, welche sie in sich nehmen. So hängt man Schwämme, welche vorher in Salmiakauflösung eingetauchet, und nachher wieder getrocknet werden, in der freyen Luft an eine Wage, und bestimmt die Veränderungen ihres Gewichts durch die Grade des Ausschlages oder durch Gegengewichte.

Die Mitglieder der florentiner Akademie del Cimento γ) gebrauchten eine andere Methode, die Menge der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit zu messen. Sie nahmen ein konisches gläsernes Gefäß, füllten es mit Schnee oder geschabtem Eise, und setzen es so mit umgekehrter Spitze der freyen Luft aus,

α) Traité des barométres, thermométres et hygrométres. Amst. 1688.

β) Collegium curiosum. Norimb. 1676. 4.

γ) Tentamina experimentor. natur. captorum in acad. del Cimento ed. van Musschenbroek. Lugd. Batav. 1731. 4.

aus, die Feuchtigkeit der Luft schlug sich an der kalten Glasfläche nieder, und die Menge des abtröpfelnden Wassers zeigte den Grad der Feuchtigkeit an. Statt dieses konischen Gefäßes nimmt der Abt **Fontana** *) eine polirte Glasplatte von bekanntem Gewichte, erkältet sie auf einen bestimmten Grad, setzt sie so der freyen Luft aus, und schließt alsdann hieraus aus der Vermehrung des Gewichtes auf den Grad der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit. Allein alle diese Methoden sind viel zu mangelhaft, um mit Gewißheit auf bestimmte Grade der Feuchtigkeit in der Luft schließen zu können. Man verließ sie daher in den neuern Zeiten, und ging wieder zu der ersten Einrichtung zurück, bey welcher die Feuchtigkeit durch ihre unmittelbare Wirkung bestimmt wird. **Lambert** β) stellte verschiedene Versuche über den Grad der Ausdünstung des Wassers an und suchte das sturmische Hygrometer mit einer kurzen Darmsaite so zu verbessern, daß der Zeiger desselben sogleich angeben sollte, um wie viel sich die in einem Cubikfuß Luft enthaltene Menge von Feuchtigkeit geändert habe.

Smeaton γ) gab sich Mühe, das Hygrometer aus hänfenen Schnuren zu verbessern, und ihm feste Punkte zu geben. Er nimmt eine 35 Zoll lange und $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{30}$ Zoll dicke Schnur, welche vorher in Salzwasser gesotten, gedehnt, und eine ganze Woche hindurch vermittelst eines Gewichtes von 1 bis 2 Pfund gespannt worden, diese wird oben an einem Wirbel von einer Violine befestiget, und endiget sich unten an einem messingenen Drahte, welcher das Ende eines mit $\frac{1}{2}$ Pfund Gegengewicht beschwerten Zeigers drehet. Der Zeiger ist 12 Zoll lang, und weiset auf einen Gradbogen, welcher von 0 bis 100 getheilet ist. Es wird nämlich an einem trockenen Tage die wohl ausgetrocknete Schnur an ein

*) Saggio del real gabinetto di Firenze. p. 19.
β) Mém. de l'Acad. de Prusse 1769 et 1772. Hygrometrie aus dem Franz. übers. Augsburg 1774. 8. Fortsetz. 1775. 8.
γ) Philosoph. transact. 1771. Vol. LXI. P. I. n. 24.

ein mäßiges Feuer gestellet, und mit dem Wirbel so aufgewunden, daß der Zeiger auf 0 stehet. Hiernächst wird sie mit Wasser so lange besprengt, bis sie dadurch weiter nicht verkürzet wird, worauf man alsdann den Gradbogen so weit näher oder weiter abruckt, daß der Zeiger in dieser Lage den Punkt 100 trifft. Allein die Bestimmung der festen Punkte gibt keine hinreichende Gewißheit.

Das erste Hygrometer, welches Herr **de Lüc** verfertigte, war von Elfenbein, welches mit andern ähnlichen vergleichbar war, und alle vorige bey weiten übertraf. Gleich nach Verfertigung desselben gab er es dem Capitän **Phipps** auf einer Reise nach dem Nordpole mit [a]). Es bestehet dieses aus einem hohlen elfenbeinernen Cylinder 2″ 8‴ lang und inwendig $2\frac{1}{2}$‴ weit, welcher nur an dem einen Ende offen und $\frac{3}{16}$ Linien dick ist, die obern 2″ der Länge sind etwas dicker, und mit einer 13 — 14 Zoll langen Glasröhre verbunden. Dieser Cylinder wird bey feuchter Witterung etwas geräumiger; das Quecksilber also, welches in ihm und in der gläsernen Röhre enthalten ist, zeigt durchs Fallen Feuchtigkeit an, und durchs Steigen Trockenheit. Als den festen Punkt der vollkommenen Nässe nimmt er den an, bey welchem das Quecksilber steht, wenn man den Cylinder in schmelzendes Eis setzt. Nun mißt er an einem Quecksilberthermometer die Entfernungen der beyden festen Punkte von einander, bricht die Kugel davon ab, und wiegt das in ihr befindliche Quecksilber. Aus diesem Gewichte, und demjenigen Gewichte von Quecksilber, welches zur Füllung des Cylinders nöthig ist, nebst der Größe des gemessenen Abstandes sucht er die vierte Proportionalzahl, welche der Fundamentalabstand des Hygrometers ist. Diesen Abstand theilet er in 40 gleiche Theile, und trägt solcher Grade, wenn es der Raum verstattet, noch mehrere auf, die Glasröhre bleibet oben offen, und wird bloß mit einem elfenbeinernen Deckel

a) Philos. transact. Vol. LXIII. n. 38. imgl. copie d'un mémoir. sur un hygrométre comparable; in *Rozier* observ. sur la physique May 1775. p. 381.

Deckel bedeckt. Wird nun hierbey ein Thermometer gebraucht, welches ebenfalls in 40 Grade eingetheilet ist, so kann man beobachten, wie viel von der Aenderung am Stande des Hygrometers der Wärme, und wie viel der Feuchtigkeit zu zuschreiben ist. Es hat dieses Hygrometer nur einen festen Punkt, nämlich den der vollkommenen Nässe; den Punkt der Trockenheit glaubt Herr **de Lüc** nicht ohne Feuer bestimmen zu können, fürchtete aber, daß dadurch das Elfenbein eine große Aenderung erleiden würde. Mit diesem Werkzeuge hat Herr **de Lüc** Beobachtungen angestellet, welche beweisen, daß die Luft auf den Bergen stets trockener als in der Tiefe sey. Dieses Hygrometer hat Herr **de Lüc** in der Folge wieder verworfen, theils weil es sehr unbequem, theils aber auch, weil es noch sehr weit von der Vollkommenheit entfernet war.

Tobias Lowitz *), welcher sich mit seinem Vater im Jahre 1772 in Astrachan aufhielt, fand daselbst am Ufer der Wolga dünne Schiefersteine, welche die Feuchtigkeit sehr stark anzogen, aber auch eben so leicht wieder abdünsten lassen. Eine kleine solche Tafel machte er glühend, und fand ihr Gewicht 175 Gran, die nachher mit Wasser gesättiget 247 Gran wog, mithin hatte sie von der vollkommenen Trockenheit bis zur Grenze der vollkommenen Nässe 72 Gran Wasser angenommen. Der ältere **Lowitz** brachte eine dünne runde Scheibe von diesem Schiefer an den einen Arm einer sehr empfindlichen Wage, welche an ein Bret befestiget war, und hing an den andern Arm eine Kette von Silberdraht, deren Ende an einem Schieber befestiget war, welcher sich in einem Falz an der Seite des Bretes höher und niedriger stellen ließ. Durch Versuche bestimmte er nun den Stand des Schiebers, wenn die Wage im Gleichgewicht war; und wenn sie 10 Gran Uebergewicht hatte, theilte er den Raum zwischen diesen beyden festen Punkten in 10 gleiche Theile ein, und trug dergleichen mehr fort, so

*) Göttingisches Magazin der Wissenschaften und der Litteratur. 3te Jahrg. 4tes Stück. S. 491.

viel nämlich nöthig waren. Hing man nun an den einen Arm dieser Wage den Schiefer, an den andern ein Gewicht, daß dem Gewichte des ganz trockenen Schiefers gleich war, so zeigte der Schieber das Uebergewicht des Schiefers in Granen an, wenn man ihn mit dem Kettchen so stellte, daß die Wage ins Gleichgewicht kam. Ein Nonius am Schieber angebracht zeigte auch noch Zehntheile. **Lowitz** machte die Bemerkung, daß bey einem anhaltenden Regenwetter dieses Hygrometer über 55 Gran, bey einer anhaltenden Hitze, von 113 Grad nach Fahrenheit, nur $1\frac{1}{2}$ Gran Feuchtigkeit zeigte. Diesen Schiefer hat er aber an keinem andern Orte finden können.

Der Herr **de Saussüre** *) war endlich aus seinen so mannigfaltig angestellten Beobachtungen so glücklich, die Gründe zur eigentlichen Theorie der Messung absoluter Quantitäten der in der Luft schwebenden Feuchtigkeit zu legen. Die hygroskopische Substanz ist ein weiches, wo möglich blondes, aber nicht krauses Menschenhaar, welches wegen seiner Fettigkeit in einer Auflösung von $7\frac{1}{2}$ Skrupel Sodasalz in 30 Unzen Wasser 30 Minuten lang, alsdann noch zweymahl etliche Minuten lang in reinem Wasser gekocht, in kaltem Wasser abgespült und an der Luft abgetrocknet werden muß. Der Herr **de Saussüre** fand, daß ein solches Haar sich von dem Punkte der größten Feuchtigkeit bis zum Punkte der größten Trockenheit um 24 bis 25 Tausendtheile seiner ganzen Länge ausdehne. Dieß Haar hatte er unten an einem festen Punkte angehängt, und sein oberes Ende um eine dünne Welle gewunden, welche einen Zeiger trug, der ihre Drehung auf einer Zifferscheibe anzeigte. Die Spannung des Haares geschiehet durch ein Gewicht von 3 bis 4 Gran, welches an einem seidenen Faden in entgegengesetzter Richtung um eben diese Welle gewunden war. Diese Einrichtung des sogenannten Haarhygrometers fand er aber zur

*) Versuch über die Hygrometrie; a. d. Fr. von J. D. Titius. Leipz. 1784. 8.

zur Fortbringung auf Reisen sehr unbequem, und erfand daher eine andere, welche als Reisehygrometer dienen sollte.

Den größten Punkt der Feuchtigkeit bestimmt er auf folgende Art: er befeuchtet eine gläserne Glocke inwendig überall mit Wasser, hängt das Hygrometer darin auf, und setzt sie so über einen Teller mit Wasser. Verlängert sich alsdann das Haar nach 5 bis 6 Stunden immer noch, so ist es wegen der zu großen Empfindlichkeit ganz untauglich; hört es aber sich zu verlängern auf, so steht nun der Zeiger auf dem Punkte der größten Feuchtigkeit. Geht endlich das Haar wieder zurück, so ist es ebenfalls zum Hygrometer untauglich. Ueberhaupt muß diese Untersuchung mit dem Haare mehrere Mahl in Zeitintervallen von einigen Tagen wiederhohlet werden, und bey jeder muß der Zeiger auf den nämlichen Punkt zeigen. Den Punkt der größten Trockenheit bestimmt er also: er trocknet die Luft unter einer gläsernen Glocke mit einem Bleche, welches bis zum Glühen erhitzt ist, worauf ein Pulver zu gleichen Theilen Salpeter und rohen Weinstein verpuffet hat, und das daraus entstandene beständige Laugensalz mit dem Bleche zugleich eine Stunde lang im Glühen erhalten ist. Dieses Blech, welches wie ein halber Cylinder geformt ist, wird so heiß, als ohne Zersprengung der Glocke möglich ist, unter selbige gebracht, das Hygrometer hineingehangen, und die Communication mit der äußern Luft am untern Rande durch Quecksilber abgeschnitten: hierauf läßt man alles sich abkühlen. Das Zeichen der vollkommensten Trockenheit ist dieses, daß sich das Haar durch die Wärme verlängern muß. Ein ganz völlig trockenes Haar wird, wenn die Wärme um 1 Grad Aenderung leidet, um 19 Milliontheile seiner ganzen Länge ausgedehnet. Uebrigens wird die Theilung, welche vom Punkte der größten Trockenheit bis zum Punkte der größten Feuchtigkeit geht, entweder in Grade des Kreises, oder in 100 Theile des Raumes gemacht.

Durch sorgfältig angestellte Versuche fand **de Saussüre**, daß ein Cubikfuß Luft bis auf den 8ten Grad seiner Skale ausgetrocknet, bey 14 bis 15 Grad Temperatur, nicht mehr als 11 Gran Wasser in sich nehmen könne, und meint dabey, daß diese Menge des Wassers in der freyen Luft noch geringer sey. Ging die Luft bey 14 bis 15 Grad Wärme bey der größten Trockenheit bis zur höchsten Feuchtigkeit über, so nahm ihre Elasticität um $\frac{1}{54}$ zu, und das Manometer stieg darin von 27 Zoll bis 27 Zoll 6 Linien. Durch diese Bestimmungen zeigt er nun, wie man die absolute Quantität des in der Luft anzutreffenden Wassers finden könne, nimmt aber auch dabey auf den Grad der Wärme Rücksicht, weil die nämliche Luft bey anderer Wärme eine ganz andere Wirkung auf das Hygrometer hat. Zuletzt gestehet er, daß seine Versuche doch noch nicht vollkommen genug seyn, und noch mehrere Berichtigung bedürfen.

Das Haarhygrometer des Herrn **de Saussüre** hat der Mechanikus **Riche in Paris** *) so abgeändert, daß statt eines einzigen Haares acht mit einander verbunden werden, welche ihre Kräfte nach oben zu in einem Punkte vereinigen.

Herr **de Lüc** β) machte viele Einwürfe gegen die Bestimmung der festen Punkte und überhaupt gegen die Brauchbarkeit des Haares zum Hygrometer. Er glaubte, die größte Feuchtigkeit müßte nothwendig durch völlige Einsenkung im Wasser bestimmt werden; und zur Austrocknung der Luft hält er den Gebrauch des Kalkes für weit besser. Auch gibt er hier schon verschiedene Versuche über den Gang der Hygrometer und der seinigen neuen von Fischbeinstreifen an.

Im

*) Lettre de M. *Sage* à M. *de la Metherie* etc. im Journal de physique 1789. p. 58.; übers. in Grens Journal der Physik. B. I. S. 150. u. f.

β) Neue Ideen über die Meteorologie. Th. I. Cap. 3. S. 27.

Im Jahre 1783 gab die churpfälzische Akademie der Wissenschaften zu Mannheim eine Preisfrage auf, welche die Verfertigung übereinstimmender Hygrometer betraf. Diesen Preis erhielt Herr **Chiminello**, Astronom zu Padua, welcher einen Federkiel, der mit Quecksilber angefüllet ist, zum Hygrometer vorschlägt, den Punkt der größten Feuchtigkeit durch Einsenkung im Wasser bestimmt, und den andern festen Punkt durch Aussetzung des Instrumentes an die Sonne bey einer mittleren Trockenheit der Atmosphäre, und bey 25 Grad Wärme nach Reaum. zu erlangen glaubt. Er bringt auch noch in dem Anhange zu dieser Preisschrift [α]) einige Einwürfe gegen die Einrichtung des Haarhygrometers des Herrn **de Saussüre**, gegen die Bestimmung der festen Punkte und den Gang desselben, bey.

Der **P. Jean Baptiste** zu Vincenza hat zum hygroskopischen Körper einen Streif von Goldschlägerblase vorgeschlagen, welcher beynahe eben so wie das Haar bey de Saussüre angebracht wird. Er verfähret übrigens eben so wie de Saussüre, den Punkt der Feuchtigkeit zu bestimmen; den andern festen Punkt aber sucht er durch Aussetzung des Werkzeuges an eine bis 50 Grad nach Reaumür erhitzte Luft in einem verschlossenen Gefäße. Er meinet dadurch ein weit besseres und nicht so theueres Hygrometer als das von de Saussüre zu erhalten.

Herr **de Saussüre** hat sich gegen diese drey Gegner, und besonders gegen Herrn **de Lüc** stark vertheidiget [β]). Er glaubet, daß alle die Fehler, welche man an den Haarhygrometern wahrgenommen habe, bloß daher rührten, weil man dazu schlechte und verwerfliche Haare genommen habe. Das Fischbein, welches Herr de Lüc zur hygroskopischen Substanz vorgeschlagen habe, hält er wegen der zwischen seinen Fasern enthaltene schleimigen Materien für verdächtig, und

 schließt

α) Opuscoli Scelti di Milano. Tom. IX. p. 1.
β) Défense de l'hygromètre à cheveu; in *Rozier* Journal de physique 1789. Janv. et Febr. 1788.

schließt aus de Lüc's eigenen Versuchen, daß die Luft bereits schon mit Feuchtigkeit gesättiget sey, wenn das Fischbeinhygrometer erst 80 bis 81 Grade zeige.

Herr **de Lüc** hat sein erstes Hygrometer von Elfenbein mit Quecksilber bald wieder verworfen, und ein anderes erdacht, welches aus einem dünnen Spane von Elfenbein bestand, welcher gehörig einen Zeiger drehete. Allein Herr **de Lüc** fand nach vielen neuen und wiederhohlten Versuchen, daß das Elfenbein, so wie überhaupt alle Fäden, und das Menschenhaar bey weiten keinen regelmäßigen Gang nehmen. Bey diesen Versuchen zeigten Streifen von Tannenholz, Federkiel, Fischbein u. s. senkrecht auf die Richtung der Längenfasern ausgeschnitten, in ihrem Gange Regelmäßigkeit, da Fäden von den nämlichen Materien nach der Länge der Fasern genommen den Streifen bey gleicher Feuchtigkeit gar sehr voreilten, den Grad der größten Feuchtigkeit viel zu früh erreichten, bey zunehmender Feuchtigkeit des Mediums wieder zurückkamen, wie folgende Tabelle zeigt:

	Fischbein		Fischbein		
	Streifen	Faden	Streifen	Faden	
größte Trock.	0	0,0	55	88,8	
	5	12,1	60	91,3	
	10	30,1	65	93,6	
	15	41,1	70	95,6	
	20	51,1	75	97,6	
	25	59,1	80	98,6	
	30	65,6	85	99,6	
	35	71,1	90	100,1	
	40	76,5	95	100,5	
	45	81,8	100	100	gr. Feucht.
	50	85,8			

Herr **de Lüc** hat die Ursache von der Unregelmäßigkeit des Ganges der Fäden sehr scharfsinnig zu entwickeln gesucht, und daraus den Zurückgang der Fäden beym größten Grade der

der Feuchtigkeit, welche schon lange vorher ihren Einfluß äußert, erkläret. Uebrigens sucht er seine Theorie durch sehr viele Versuche mit Fäden und Streifen zu bestätigen, wobey Veränderung der Länge mit Veränderung des Gewichts verglichen wird, und gibt daher Thatsachen genug an, welche zu beweisen scheinen, daß sein vorgeschlagenes Fischbeinhygrometer vor allen andern den Vorzug verdiene.

Sein Fischbeinhygrometer besteht aus einem dünnen Streif von Fischbein, welcher nach der Quere der Fasern geschnitten ist. Dieser Streif ist am obern Ende in eine Art von Zange aus breit geschlagenem und gekrümmten Drahte gefaßt, und vermittelst eines dünnen Messingdrahtes mit einem Silberblättchen verbunden, dessen Ende durch einen Stift in der Welle befestiget wird, welche den Zeiger auf der Scheibe drehet. Das untere Ende des Streifs ist an einen beweglichen Querriegel des Gestelles befestiget, welcher durch eine Schraube beweget wird, um erst den Zeiger zu stellen. An der Welle ist ein spiralförmig gedreheter Goldfaden mit dem einen Ende verbunden, mit dem andern aber befestiget, welcher als Gleichgewicht dienet, und auf den Streifen als ein Gewicht von ungefähr 12 Gran wirket. Die Axe hat sehr kleine Zapfen, welche in eine Vertiefung des flachen Endes zweyer Schrauben laufen. Sie ist aus zwey Theilen von verschiedenen Durchmessern zusammengesetzet: der Streif wirkt auf den größern, und die Feder auf den kleinern Durchmesser.

Auch bestimmt jetzt Herr **de Lüc** zwey feste Punkte, nämlich den der größten Feuchtigkeit durch unmittelbares Eintauchen des ganzen Werkzeuges in Wasser, und den der größten Trockenheit in einem genau verschlossenen und mit frisch ausgeglüheten, ungelöschten Kalk zum Theil angefüllten zinnernen Gefäße. Die Entfernung beyder Punkte von einander, welche der Zeiger auf der Scheibe angibt, theilet er in 100 gleiche Theile.

Die Abweichungen des Haarhygrometers von dem des Herrn de Lüc zeiget folgende vom Herrn de Lüc angeführte Tafel. Man sieht zugleich daraus, daß man sich sehr irre, wenn man aus gleichen Angaben beyder Hygrometer auch auf gleiche Grade von Feuchtigkeit schließen wolle. In der Trockenheit zeiget das Haar weit größere Veränderungen, steht hingegen beynahe fast gänzlich stille, wenn das Medium gegen den Punkt der größten Feuchtigkeit kommt, und wird endlich, noch ehe selbige erreichet ist, sogar rückgängig.

	Fischbeinstreif	Haar	Fischbeinstreif	Haar
Trockenheit	0	0,0	55	88,4
	5	12,0	60	90,8
	10	29,9	65	92,8
	15	39,9	70	95,1
	20	50,8	75	97,1
	25	58,8	80	98,1
	30	65,3	85	99,1
	35	70,8	90	99,6
	40	76,1	95	100,0
	45	81,4	100	99,5
	50	85,4		

Ungeachtet aller der so sehr mühsamen und mannigfaltig abgeänderten Untersuchungen, welche die beyden Naturforscher, die Herrn **de Saussüre** und **de Lüc** in Absicht des Hygrometers angestellet haben, ist es doch nicht zu läugnen, daß die Gründe der Hygrometrie, welche sie aufgeführet haben, noch sehr schwankend sind, mithin die Folgen, die sie daraus ziehen, nicht überall statthaft sind. Herr **Zylius** *) hat diese Gründe geprüft, und sie bey weiten nicht allgemein richtig befunden. Es ist zu bemerken, daß nur das liquide Wasser feuchtmachend ist, nicht aber das feste oder das Eis, so

*) Prüfung der neuern Theorie des Herrn de Lüc vom Regen, und seiner daraus abgeleiteten Einwürfe gegen die Auflösungstheorie. Berlin 1795. 8.

so wie auch nicht das Dampfförmige. Es bezieht sich also Feuchtigkeit nur auf das Anziehen des liquiden Wassers an einem Körper, und das Wasser hört auf, feuchtmachend zu seyn, wenn es zum festen Wasser oder zum Dampf wird. Wenn das eine von zwey übereinstimmenden Hygrometern in einem stark geheizten Zimmer steht, dessen Luft mit dem elastischen Wasserdampfe vermischt ist, und seine hygroskopische Substanz die Temperatur des Zimmers hat, so kann es einen ziemlichen Grad von Trockenheit anzeigen, während das andere, dessen hygroskopische Substanz kalt ist, beym Hereinbringen ins Zimmer sogleich große Feuchtigkeit anzeiget, eben weil es bloß als kalter Körper den Wasserdampf zersetzt. Es ist folglich die Wirkung des Werkzeuges gar sehr eingeschränkt, und es ist daher für die Meteorologie bey weitem nicht so wichtig, als es Herr de Lüc vorstellt. Mehr hiermit Verwandtes unter dem Artikel, **Regen.**

Hygroskop s. **Hygrometer.**

Hypomochlium s. **Hebel.**

Hypothese, Voraussetzung, angenommener Satz (hypothesis, suppositio, hypothèse, supposition). In der Natur trifft man auf Phänomene, welche weder aus Erfahrungen noch daraus gemachten Vernunftschlüssen erkläret werden können; in solchen Fällen ist man genöthiget, im voraus eine Ursache anzunehmen, aus welcher sich diese Phänomene erklären lassen. Eben diese im voraus angenommene Ursache nennt man eine **Hypothese.** Wenn die Hypothese einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhalten soll, so muß sie sich auf Beobachtungen und Versuche gründen, und keinem allgemein anerkannten Naturgesetze entgegen, auch selbst zur einfachsten und ungezwungensten Erklärung der Phänomene hinreichend seyn. So gibt die Annahme des copernikanischen Systems, wenn es auch nicht mathematisch erwiesen werden kann, einen solchen hohen Grad von Wahr-

schein-

scheinlichkeit, welche sich der ausgemachten Gewißheit gleich setzen läßt.

Es ist ausgemacht, daß der kluge Gebrauch der Hypothesen zur Erforschung der Eigenschaften der Körper sehr viel beytragen, indem sie oftmahls Veranlassung geben, die Versuche abzuändern, wodurch oft Erfindungen gemacht werden, an welche man nie gedacht hätte. Ja der Mißbrauch der Hypothesen hat zur Erfindung der Naturgesetze beygetragen, und wenn man nie eine Hypothese gemacht hätte, so würde vielleicht nicht die Physik zu derjenigen Vollkommenheit gekommen seyn, die sie wirklich erhalten hat. M. s. **Beobachtung, Erfahrung.**

M. s. **Senebier** Kunst zu beobachten; a. d. Franz. **von Gmelin.** Leipzig 1776. 8. B. II. Abschn. 9 bis 11.

Ende des zweyten Theils.

T. V.

II.r Band.